Biophysikalische Gesetzmäßigkeiten am Vogelei

(Das Aktivstufengesetz und Energiegesetz)

Von o. Prof. Dr. WOLFGANG ABEL

Mit 20 Abbildungen, davon 2 Abbildungen auf 1 Tafel

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Mai 1960)

Der Ausgangspunkt meiner Arbeiten, die mich zu den speziellen Untersuchungen am Vogelei führten, war der Versuch, Wege einer Geschlechtsbeeinflussung beim Säugetier zu suchen. Diese Untersuchungen an großem Säugetiermaterial, insbesondere am Rind, brachten mich jedoch, während der fast 20 Jahre lang durchgeführten Untersuchungen, zur Erkenntnis, daß infolge der Vielzahl der daran scheinbar und offensichtlich beteiligten Faktoren, ein Menschenleben kaum zur Lösung des Problems ausreichen dürfte.

Einmal ist schon die Generationenfolge zu langsam, zum anderen auch das Versuchsmaterial durch die zeitlichen großen Abstände zu wenig einheitlich und nicht zuletzt sind auch die rein materiellen Aufwände hierfür zu erheblich.

So wandte ich mich zwangsläufig einem Versuchsobjekt mit einer kürzeren Entwicklungsdauer und einem solchen mit großen Nachkommenschaftsziffern, dem Vogel, zu und hier besonders den Hühnervögeln.

Die Tiergruppe wählte ich, zumal mir hier über das gleichsam als „Makrozelle“ anzusprechende Vogelei noch ganz bestimmte, eventuell einer physikalischen Messung zugängliche Merkmale gegeben schienen.

Ohne auf meine speziellen Ergebnisse der Geschlechtsbeeinflussung eingehen zu wollen, war jedoch eine der hier gestellten Fragen auch die der Verschiedenartigkeit der männlichen und weiblichen Geschlechtschromosomen und so nun auch eine der beim Vogel gestellten Fragen jene, ob vielleicht die Verschiedenartigkeit

der weiblichen und männlichen Anlagen in irgendeiner Weise am Vogelei einer physikalischen Messung zugänglich sein könnte.

Theoretisch müßte es ja möglich sein, bei entsprechender Feinheit der angewandten Methoden, praktisch schien es aber ein sehr fragwürdiges, ja fast hoffnungsloses Unternehmen, zumal im Stadium der Eizelle, im besonderen der Vogeleizelle, die hier vorhandenen Merkmalsunterschiede bestenfalls in Form von Makroeiweißmolekülen vorhanden sein können, also in einer Größenordnung von 10^{-3} — 10^{-7}.

Andererseits schien aber das Vogelei die Möglichkeit zu bieten, ganz bestimmte, willkürlich gesetzte Umwelteinflüsse zu erkennen und zu erfassen, die solcherart schon einen sehr weitgehenden Fortschritt für meine Problemstellung hinsichtlich der Einengung und Abgrenzung von Erbe und Umwelt gestatten würden.

Die solcherart von mir aufgestellte und angewandte Arbeitshypothese war ferner von der Frage beherrscht, ob vielleicht ganz bestimmte spezifische Zustände des Eiinhaltes und seiner Form Rückschlüsse auf nach dem Schlüpfen und im späteren Leben zutage tretende Unterschiede und Eigenschaften des Tieres gestatten, oder mit anderen Worten, ob spätere Eigenschaften des Tieres durch Anwendung verschiedener physikalischer Meßmethoden schon im Ei zu erfassen sind.

Die Verschiedenartigkeit der Vogeleier in Farbe und Größe war seit eh und je Anlaß zu eingehenden Beobachtungen und systematischen Betrachtungen. GRAESSNER[1], NAUMANN und BUHLE beschrieben Farbe und Form, ob mehr elliptisch, oder mehr ovoid geformt, sie maßen die Länge und Breite, DESCARTES (Cartesius) beschrieb als erster die Formen des Hühnereies im Längsschnitt und man bezeichnet sie nach ihm als das Oval von Cartesius. LORIA[2] definiert dieses ,,Cartesische Oval“ als den Ort derjenigen Punkte, deren Abstände von zwei festen Punkten, multipliziert mit gegebenen Zahlen, eine konstante Summe ergeben, oder als Ort der Punkte, deren Abstände von zwei festen Kreisen in einem gegebenen Verhältnis stehen.

Es war jedoch bei diesen bisherigen Untersuchungen die Form des Eies an sich der Gegenstand der Betrachtung, ohne dabei etwa den Versuch zu unternehmen oder etwa die Frage aufzuwerfen, ob diese Formunterschiede des Eies bei ein und derselben Art oder

[1] GRAESSNER, ,,Die Vögel von Mitteleuropa und ihre Eier“, 3. vermehrte Auflage von NAUMANN u. BUHLE. Kreutzsche Verlag Magdeburg.

[2] LORIA G. Spezielle algebraische und transcendente Kurven. Deutsch F. Schütte Leipzig und Berlin 1910 I. 174.

Rasse oder Familie mit ganz bestimmten biologischen Eigenschaften der sich entwickelnden Tiere im Zusammenhang stehen.

Ja man war vielmehr der Meinung wie GROSSFELD[3], daß die Form des Eies abhängig ist von der Form der Kloake, oder wie man heute noch annimmt, von dem unteren Teil der Legeröhre des Vogels, in welchem sich um das fertige Ei die Eischale bildet und erhärtet.

Die Vielzahl der Untersuchungen am Vogelei und insbesondere der Hühnereier befaßten sich mit den verschiedensten Untersuchungen über die Zusammensetzung des Eiinneren, insbesondere der chemischen Analyse von Eiweiß und Dotter, den verschiedensten Fütterungsbeeinflussungen sowie Viskositätsunterschieden, jahreszeitlichen Veränderungen des Eiinneren usw., ohne jedoch die oben gestellte Arbeitshypothese zu berühren, wie es auch in den Zusammenfassungen von GROSSFELD, ROMANOFF[4] und TAYLOR[5] ersichtlich ist.

Die Anzahl der für eine physikalische Messung in Frage kommenden Werte ist eine ganz erhebliche.

So kommen als Meßwerte Gewicht, Größe, Volumen, spezifisches Gewicht, Länge und Breite, deren Verhältnisse zueinander, die Stelle der größten Breite in bezug zur Längsachse des Eies, damit die Veränderung vom Ellipsoid zum Ovoid, Krümmungsunterschiede des Längsschnittes, des Querschnittes, Oberfläche des Eies usw. in Frage.

Ferner sind aber auch Wege zu suchen gewesen, jene im Eiinneren bestehenden Unterschiede in Größe und Menge von Eiweiß und Dotter, deren Verhältnis zueinander sowie Viskositätsunterschiede usw. festzustellen.

Der letztere Weg konnte über zwei Verfahren beschritten werden, einerseits durch Paralleluntersuchungen an äußerlich gleichen Eiern, in der Weise, daß eines genau analysiert und das andere dem Brutvorgang unterworfen wurde, andererseits durch Entwicklung bestimmter Apparaturen, die ohne Beschädigung des Eies Zustände des Eiinneren meßbar gestalten.

Ohne auf alle diese Wege hier eingehen zu wollen, sei erwähnt, daß bis heute 28 verschiedene Apparatetypen entwickelt wurden, die, nach allen erdenklichen physikalischen Meßmethoden arbeitend,

[3] GROSSFELD, Julius Springer Verlag 1938.

[4] ROMANOFF, Al., und ROMANOFF A. J., 1949, The avian egg, New York, John Wiley u. Sons Inc.

[5] TAYLOR Lewis W., 1949, „Fertility and hatchability of chicken and turkey eggs", New York, John Wiley u. Sons Inc.

auf die Verwendbarkeit hinsichtlich der oben gegebenen Fragestellung an bis heute über 100.000 Eiern erprobt bzw. zur Klärung bestimmter Zusammenhänge zwischen Meßwertergebnissen am Ei und biologischen Zuständen des geschlüpften Tieres verwandt wurden.

Da von Anfang an klar war, daß nicht nur ein Meßwert, sondern bestenfalls zwei oder mehrere miteinander in Kombination gebracht, einen Hinweis auf die wohl sicherlich äußerst komplizierte Gesamtstruktur des Eies zu geben imstande sein werden, so mußte mit steigender Verbesserung der Meßapparaturen auch die Anzahl der für jedes Ei festzuhaltenden Eigenschaften bzw. Meßwerte steigen. Solcherart sind im Mittel aller Eier, für jedes Ei 400—600 Zahlen im Laufe der Auswertung festgehalten und tabellarisch verarbeitet worden, also bisher rund $^1/_2$ Milliarde Zahlen verwandt worden[6].

Das Material selbst setzt sich aus den verschiedensten Zuchtlinien und den verschiedensten Rassen zusammen; so wurden anfangs am Familiengut der Bestand Rhodeländer, Italiener und Leghorn auf über 400 Tiere gebracht, später zur Überprüfung bestimmter Ergebnisse die verschiedensten Rassen in verschiedenen Betrieben in Österreich und Deutschland einer Untersuchung unterzogen, so auch Australorps, Hampshire, schwere und leichte Rassen sowie auch Kreuzungstiere und vergleichsweise auch andere Vogelarten untersucht.

Zu Beginn der Arbeit wurde neben der Untersuchung von einfacheren Unterschieden in der Formgebung des Eies auch die Frage geprüft, inwieweit das spezifische Gewicht des Eies zur Feststellung bestimmter biologischer Eigenschaften wie männlich, weiblich und tot von Bedeutung sein kann.

Es zeigte sich, daß frische Eier in Wasser gelegt, das mit konzentrierter Salzlösung langsam versetzt wird, langsam zu steigen beginnen, wobei die Reihenfolge des Aufsteigens von der Form und Größe des Eies unabhängig schien. Da aber das spez. Gewicht bei

[6] Hier sei mit herzlichem Dank auch meines Freundes, des Industriellen Leopold Bramberger gedacht, der seit Jahren für den sehr beträchtlichen finanziellen Aufwand im Rahmen der für diese Arbeiten neu gegründeten Ovo Colombo Ges. m. b. H. sorgte; insbesondere auch des verstorbenen Präsidenten Camillo Castiglioni, der mit Rat und Tat zur Seite stand; auch sei Hubert v. Breisky gedankt. Ferner sei auch allen jenen gedankt, die als zeitweilige Mitarbeiter, sei es als Ingenieure oder Fachleute beim Bau von Apparaten, sei es als Mathematiker bei der Auswertung der Ergebnisse, zur Seite standen. Und nicht zuletzt auch den verschiedenen Züchtern und Farmern in Österreich und Deutschland, die bei der Durchführung der Untersuchungen halfen. Insbesondere möchte ich Herrn Dr. R. Wette (Heidelberg), für seine Beratung hinsichtlich der statistischen Auswertung des Materials und Sicherung der Ergebnisse meinen herzlichsten Dank sagen.

einer solchen reichlich primitiven Messung auch noch von der Dicke der Kalkschale, die beträchtliche Unterschiede aufweisen kann, abhängig ist, mußte zu genaueren Messungen ein Gerät zur Messung der Schalendicke am Frisch-Ei vorhanden sein, das von Ing. Haas durch die Messung der Durchbiegungsfestigkeit der Schale bei Aufbringung eines ganz bestimmten, immer gleichbleibenden Druckes an die Stelle der größten Breite der Schale gebaut wurde. Hiebei wurde der Durchbiegungswert der Schale oder die Zusammendrückbarkeit des Eies an der Stelle dessen größter Breite über Mikrometer abgelesen, die Dicke der Schale am zerschlagenen Ei anschließend mit Mikrometern gemessen und über ein Normogramm dann ein direkt abzulesender Gewichtswert über eine große Anzahl von Eiern mit verschiedenen Größen und Formen ermittelt.

So konnte dann von dem über Tauchverfahren bestimmten Volumen, das Volumen der Schale und auch von dem spez. Gewicht das Gewicht der Schale abgezogen werden. Die Messungen dieses Verfahrens erfolgten auf $^1/_{100}$ Gramm genau.

Diese Methode brachte über eine zweidimensionale Auswertung in einem Koordinatenblatt, wie z. B. für die Werte spez. Gewicht ohne Schale zu Volumen ohne Schale, für jedes Ei ganz bestimmte Lagepunkte.

Die Eier wurden dann dem Brutvorgang unterworfen und die dabei in Erscheinung tretenden Kriterien, wie „unbefruchtet" nach der Durchleuchtung der Eier nach 4—6 Tagen, absterbend nach 8—9 bzw. nach 18 Tagen, oder steckenbleibend nach 21 Tagen und zuletzt durch Sektion das Geschlecht der ordnungsgemäß geschlüpften Kücken festgestellt.

Es ergab sich hiebei, daß die verschiedenen Kriterien, wie männlich-weiblich und tot an ganz bestimmte Stellen des Koordinatensystems Häufungen zeigten, die keineswegs zufällig sein konnten.

Dies ließ sich vor allem daraus erkennen, daß ich bei Abgrenzung dieser männlichen, weiblichen und toten Häufungsgruppen und Wiederholung der Untersuchung an Eiern desselben Hennenmaterials, für Eier, die wieder auf Grund ihrer Meßwerte in die vorher abgegrenzten Häufungsbereiche fielen, mit 80 bis 90% Sicherheit die gleichen biologischen Erwartungen schon am Frisch-Ei vorhersagen konnte, wie sie dann im oder nach dem Brutvorgang erst später in Erscheinung traten bzw. offenkundig wurden (Abb. 1a).

Damit war grundsätzlich die von mir aufgestellte These bewiesen, daß es möglich sein müßte, bei sorgfältiger Analyse physikalischer Meßwerte, bestimmte biologische Zustände, die erst später,

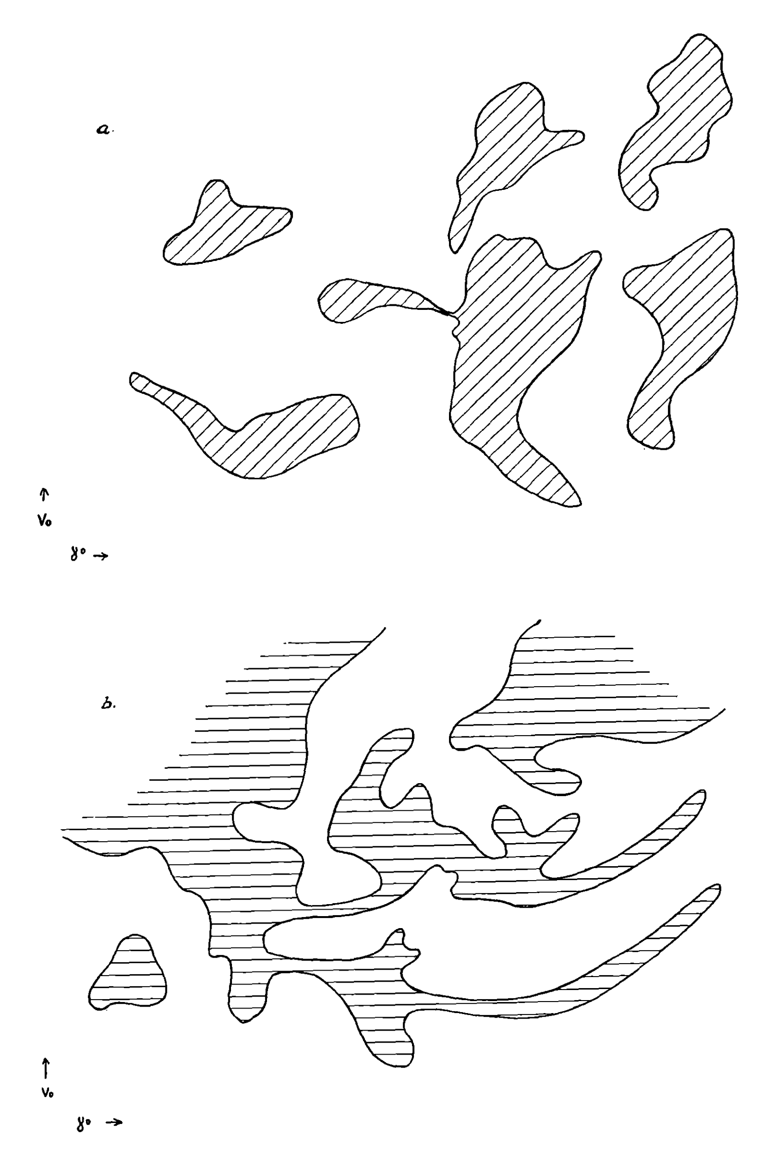


Abb. 1. Darstellung von männlichen /// und weiblichen ≡ Anlagen-Häufungen in zwei Herden über die Beziehung des spez. Gewichtes ohne Schale = γ^0 zu dem Volumen ohne Schale = Vo (a) an 498 Eiern der Italienerrasse, (b) an 740 Eiern der Leghornrasse.

während oder nach dem Brutvorgang, erkennbar werden, zu erfassen!

Die nun an mehreren tausend Eiern bei verschiedenen Rassen und zu verschiedenen Jahreszeiten durchgeführten und zum Teil auch mit anderen Verfahren ergänzten Untersuchungen ergaben, daß diese Raumbilder bzw. Häufungsgruppen für eine Herde oder einen Stamm durch mehrere Monate hindurch wohl die gleichen blieben, daß aber bei verschiedenen Stämmen, Herden und Rassen diese Häufungsgruppen verschieden sind, oder mit anderen Worten, einer bestimmten Meßwertzuordnung in zweidimensionaler Darstellung, bei verschiedenen Rassen, verschiedene Eigenschaften zukommen können (Abb. 1).

Es zeigte sich hiebei aber auch, daß für eine Eigenschaft nicht nur eine, sondern stets mehrere solcher Häufungsgruppen vorhanden sind, so daß zu diesem Zeitpunkt der Untersuchung zumindest drei bis sechs weibliche und männliche Gruppen die Regel schienen (Abb. 1).

Praktisch gesehen, ergab sich schon bei dieser Methode die Möglichkeit, über bestimmte physikalische Messungen, bestimmte biologische Zustände im frischen Vogel- bzw. Hühnerei, wie männlich, weiblich und tot, mit einer gesicherten Wahrscheinlichkeit schon vor dem Brutvorgang zu bestimmen. Der Nachteil des Verfahrens für die praktische Handhabung besteht aber darin, daß stets erst ein Vorwegtest einer Herde gemacht werden muß, um später für die nächsten Einlagegruppen die Vorhersage für bestimmte Eigenschaften bei jedem Ei machen zu können.

Die Bedeutung des Verfahrens liegt aber darin, daß hier das erste Mal die Möglichkeit geboten wird, willkürlich gesetzte Umwelteinflüsse in ihrer Auswirkung auf bestimmte Eigenschaften, schon in der Eizelle einer physikalischen Messung bzw. Überprüfung zugänglich zu machen. Mit anderen Worten, diese Methode gibt die Möglichkeit, ganz bestimmte, bekannte, die Eizelle über die Henne beeinflussende Umweltfaktoren, in ihrer physikalischen Ausdrucksform zu erfassen.

Diese Möglichkeit wurde selbst bei starkem Wechsel von Futter überprüft.

Die weitere Arbeit in der Vervollkommnung der Methoden konzentrierte sich nun einerseits darauf, jene Umwelteinflüsse oder Faktoren, die die Verschiedenartigkeit der Raumbilder bzw. Häufungsgruppen verursachen, durch Vorschaltung anderer Meß- und Ausleseverfahren, zu vereinfachen bzw. zu eliminieren, andererseits auch darauf, Wege zu finden, die unter Ausschaltung

des komplizierten spez. Gewichtstestes und des Vorhertestes, aus ganz bestimmten Meßwerten, deren Kombinationen und Funktionen bindende Schlüsse für ganz bestimmte biologische Eigenschaften gestatten.

Schon bei der Kombination von absoluten Meßwerten, wie der Länge, oder der Breite zu Gewicht, oder zu Volumen mit und ohne Schale, oder zu dem Verhältnis Breite zu Länge zu Volumen, oder zu spez. Gewicht usw. zeigten sich bei Auftragung der Meßwerte in einem Koordinatenraster ganz bestimmte Gruppenbildungen z. B. der Eigenschaften männlich — weiblich, die sich manchmal konstanter, manchmal weniger konstant erwiesen, als jene, die über das spez. Gewicht ohne Schale zu Volumen ohne Schale erreicht werden konnten.

Aus der Summe dieser Kombinationsversuche, brachte nun eine dieser Funktionen, wie die der Differenz des berechneten Volumens (über Formel $\frac{D^2 . \pi . L}{6}$)[7] zum effektiven Volumen des Eies als 1. Meßwert, mit der größten Breite des Eies als 2. Meßwert in Kombination gebracht, ein eigenartiges Bild insofern, als sich die weiblichen und männlichen Häufungsgruppen mehr strahlenförmig anordneten (siehe Abb. 2). Hiebei ist deutlich zu erkennen, daß sich die Breite der Strahlen von kleiner Breite zu großer Breite verengen und theoretisch bei Eiern mit sehr großer Breite, also kugeligen Eiern, in einem Punkt zusammenlaufen. Die in der Abb. 2 in der Ordinate aufgetragenen Pluswerte oberhalb der 0-Linie besagen, daß hier ein Überwiegen des effektiven Volumens über das berechnete, die unterhalb der 0-Linie eingetragenen Werte, daß ein geringeres Volumen als das berechnete vorhanden ist.

Da nun die Unterschiede zwischen diesen beiden Volumsbestimmungen des Eies ihre Ursache in der Abweichung der Eiform vom Ellipsoid zum Ovoid haben, diese Unterschiede sich andererseits auch in der Verschiebung der Stelle des Schnittpunktes der größten Breite mit der Längsachse des Eies, von dem Halbierungspunkt der Längsachse nach dem stumpfen Ende des Eies hin äußert, so schien hier ein Ansatzpunkt zu weiteren Untersuchungen gegeben.

[7] Wobei D = größter Durchmesser des Eies und L = Gesamtlänge des Eies ist.

Erklärung zur nebenstehenden Abbildung.

Abb. 2. Darstellung der Verteilung weiblicher (umrandet) und männlicher Anlagenverteilung, durch in Bezugsetzung der Differenz des berechneten Volumens zum effektiven Volumen des Eies in + und − Abweichungen in der Ordinate, und der Breite des Eies in der Abzisse.

Differenz berechnetes Volumen (aus Länge u. Breite) zu effektiven Volumen (Wasserwägung): Breite von 580 Eiern.

mm³

+ 2600
+ 2400
+ 2200
+ 2000
+ 1800
+ 1600
+ 1200
+ 1000
+ 800
+ 600
0 + −
− 200
− 400
− 600
− 1000
− 1400
− 2000
− 2200
− 2600

39 5 40 5 41 5 42 5 43 5 44 5 46

BREITE in mm

♂ ♀ ♂ ♀ ♂ ♀♂ ♀♂ ♀ ♂ ♀

Ein den Abstand dieser Verschiebung der größten Breite in bezug zur Längsachse, also die Exzentrizität der größten Breite messender Apparat, brachte am Beginn recht abwechslungsreiche Ergebnisse. So zeigte sich bei einer Herde, daß allein höhere Werte in der Exzentrizität — im folgenden E genannt — ein Überwiegen an weiblichen Tieren, geringere Werte, ein Überwiegen der männlichen aufwiesen; in ähnlicher Form ist dies auch schon in der Auswertung (Abb. 2) der Fall gewesen, in welcher bei größerem Volumen als dem errechneten Volumen, mit Ansteigen der Differenz, ein Mehr an weiblichen Tieren zu erkennen war.

So sind oberhalb der 0-Linie 64,3% weibliche Tiere, oberhalb von + 60 mm³ Differenz 70% und oberhalb + 80 mm³ Differenz 77,2% weibliche Tiere vorhanden.

Es mußte also der E-Wert einen Meßwert darstellen, der in einer besonderen Beziehung zum Geschlecht selbst steht, oder aber mit ein Ausdruck der Geschlechtsunterschiede ist.

Die Richtigkeit dieses Schlusses schienen spezielle Untersuchungen an mehreren 1000 Eiern des Mondseer Stalles zu beweisen, da bei Auswahl von Eiern mit höheren E-Werten, der Prozentsatz an weiblichen Tieren sich bis zu 65% und darüber steigern ließ.

Dieser erfolgversprechende Weg erhielt jedoch einen argen Rückschlag bei meiner offiziellen Testung an 1001 Tieren an der bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Grub, da sich dort keinerlei Häufungen von mehr weiblichen als männlichen Tieren bei höheren E-Werten zeigte.

Da jedoch das Mondseer Ergebnis an mehreren 1000 Eiern statistisch gesichert schien, andererseits bei dem Gruber Ergebnis die strahlenförmige Anordnung von weiblichen und männlichen Tieren in ähnlicher Weise, wie in Mondsee vorhanden war (siehe Abb. 3), blieb nur die Möglichkeit, daß noch unbekannte Faktoren als Ursache für die verschiedenen Ergebnisse vorhanden sein müssen.

Dieses Ergebnis schien jedoch um so entmutigender als auch verschiedene Einblendungen anderer Meßfaktoren als 3. oder 4. Größen eine Häufung oder Trennung von weiblichen und männlichen Tieren vorerst nicht möglich machten, andererseits die in den Strahlen gegebenen Abgrenzungen von männlich zu weiblich keine Sicherheit für eine praktische Auslesemöglichkeit boten.

Im Anschluß daran wurden nun im verstärkten Einsatz Wege gegangen, jene im Eiinneren vorhandenen Verhältnisse, wie Viskositätsunterschiede, Größenverhältnisse Dotter zu Eiweiß usw., entweder über Parallelversuche an Eiern gleicher Hennen, oder

aber mit Hilfe von Apparaten zu erreichen, die die Möglichkeit boten, Zustände des Eiinneren meßbar zu gestalten.

Ohne auf diese Ergebnisse der Untersuchung des Eiinneren vorerst eingehen zu wollen, ergab sich jedoch bei diesen durch mehrere Jahre hindurch gemachten Versuchen und Arbeiten, bei

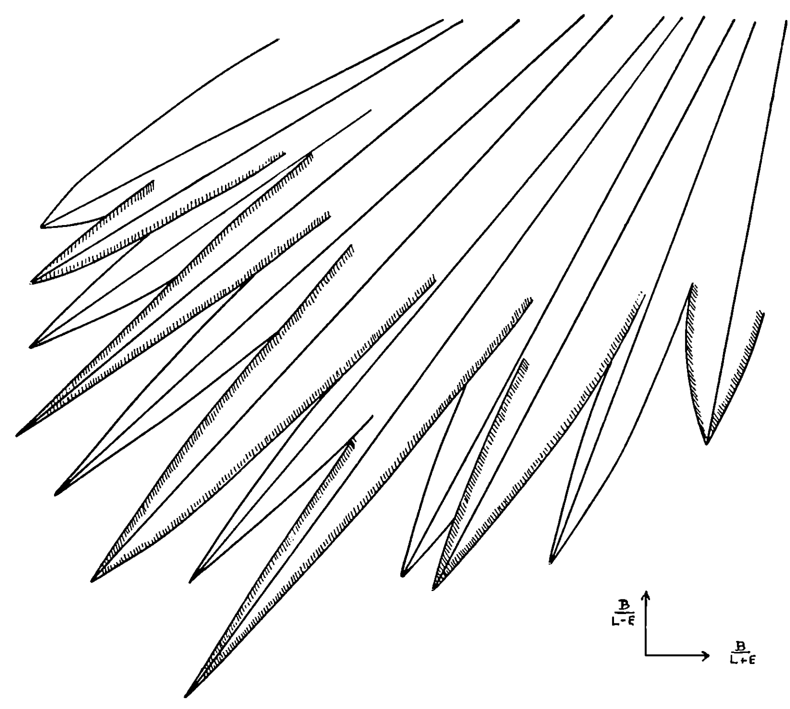


Abb. 3. Strahlenförmige Verteilung von weiblichen (umrandet) und männlichen Anlagen an 1.001 Eiern durch in Bezugsetzung von

$$\frac{\text{Breite}}{\text{Länge} - \text{E}} \text{ zu } \frac{\text{Breite}}{\text{Länge} + \text{E}}$$

welchen auch stets der E-Wert mitgemessen wurde, daß diesem E-Wert eine grundsätzliche Bedeutung zukommt, da auch jene aus der Untersuchung des Eiinneren erhaltenen Ergebnisse über bestimmte Meßwerte stets mit dem E-Wert mehr oder weniger in Bezug standen bzw. über diesen geschlüsselt werden konnten.

Ein nochmaliger Versuch, alle jene nun in die zehntausende gehenden Ergebnisse über den E-Wert auf einen gemeinsamen

Nenner zu bringen, zeigte ein sich stetes Wiederholen jener oben beschriebenen strahlenförmigen oder besser stufenförmigen Übereinanderlagerung von männlichen und weiblichen Häufungsgruppen, die nun in den einzelnen Strahlen nicht nur eine Häufung von weiblichen und männlichen Anlageträgern erkennen ließen, sondern auch eine eindeutige Häufigkeitsverteilung von Totanlagen aufwiesen, insofern, als bei höherem E und größerem B/L-Verhältnis weniger Totanlagen und bei kleinem E und geringem B/L-Verhältnis mehr Totanlagen aufschienen.

Aktivstufengesetz

Die zur Messung kommende Strecke Exzentrizität = E genannt, ist das Ausmaß der Verschiebung des Schnittpunktes der größten Breite von der halbierten Längsachse des Eies nach einem Ende, landläufig, dem stumpfen Ende des Eies hin.

Sehr selten sind grössere Werte für E als 6 mm zu messen. Die Mehrheit der Hühnereier zeigt Variationen im E-Wert von 0,5 bis 4,5 mm. Diese Abweichung im E-Wert teilt sich von 0 beginnend bis zur höchsten Abweichung in der normalen Variation,in 6 männliche und 6 weibliche Stufen oder Gruppen, die sich einander abwechseln. Die unterste Gruppe ist eine männliche, die oberste eine weibliche. Größenordnungsmäßig ist jede Stufe 0,35—0,51 mm breit, wobei die unteren Stufen kleinere Breiten als die mittleren und oberen Endstufen, also jene mit dem höchsten E-Wert, aufweisen.

Diese Stufen werden jedoch nur dann erkennbar, wenn der E-Wert mit einem anderen Formbezugswert z. B. der Breite, oder Länge, besser dem Verhältnis Breite zu Länge, im Koordinatensystem aufgetragen bzw. geschlüsselt wird. Abb. 4 zeigt die stufenmäßige Übereinanderlagerung und auch die hier als Funktion der Bezugswerte Breite durch Länge aufscheinende, radiäre Anordnung der Stufen in der Art, daß die oberste Stufe annähernd senkrecht auf den E-Wert (Ordinate), die unterste Stufe in einem stärkeren Winkel zur Ordinate zu liegen kommt. Oder mit anderen Worten, die 6. = oberste Stufe zeigt keine wesentliche Beziehung zum Breiten-Längenverhältnis des Eies, wogegen die unteren Stufen ein starkes Abfallen im E-Wert bei Abnahme von Breite oder dem Breiten-Längenverhältnis aufweisen.

Es ist also die E-Stufe als Grad der Abweichung vom Ellipsoid zum Ovoid erst dann deutlich erkennbar, wenn ein bzw. zwei weitere Faktoren wie z. B. Breite oder Länge, oder z. B. das Verhältnis Breite durch Länge mit dem E-Wert in Funktion gesetzt werden. Die Ursache für die Stufenbildung dürfte in Anlagewerten

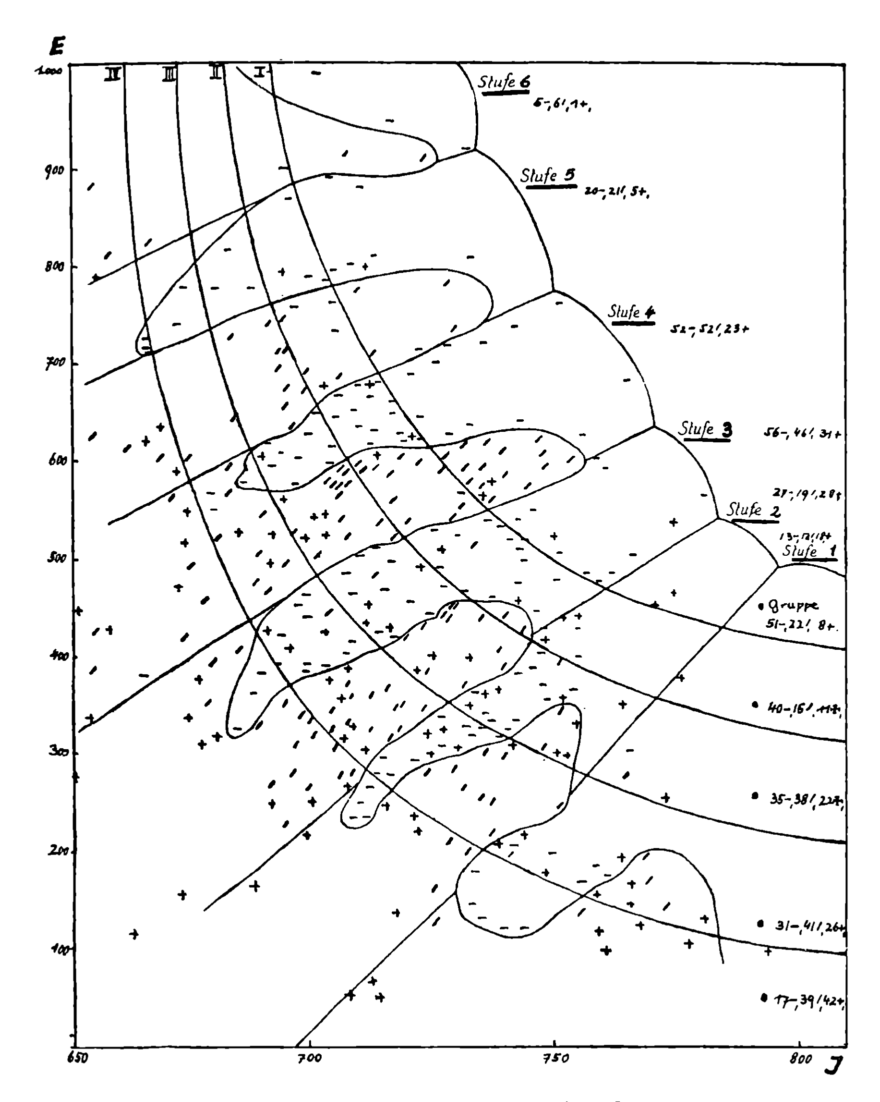


Abb. 4. Verteilung von weiblichen (—), männlichen (/) und Totanlagen (+) durch in Bezugsetzung von E zu B/L und deren Häufigkeitsverteilung in den 6 Stufen, sowie in den 5 durch die Kurven I—IV gegebenen Gruppen. Unterste Gruppe rechter Bildrand 17 weiblich, 39 männlich, 42 tot; oberste Gruppe 51 weibl., 22 männl., 8 tot. An 438 Eiern der Leghornrasse.

beruhen, die eine Änderung in der Wechselbeziehung zwischen Dotter und Eiweiß zur Folge haben, auf die ich erst im zweiten Teil der Arbeit zurückkommen werde.

Eigenartigerweise greifen diese männlichen und weiblichen Stufen in der Mehrzahl der Fälle nun so ineinander, daß die weiblichen Stufen mehr nach rechts zu liegen kommen und sich dort zusammenschließen, umgekehrt, die männlichen Stufen mehr nach links zu liegen kommen, um sich im linken Raum zusammenzuschließen (Abb. 4).

Auf diese Weise kommt ein Bild eines mehr finger- und handtellerförmigen Ineinandergreifens von männlichen und weiblichen Stufen zustande. Nur in seltenen Fällen ziehen sich die Stufen mehr streifenförmig durch die ganze Variation. Umgekehrt zeigt sich in seltenen Fällen ein Ineinandergreifen der Stufen mit gleichsam nur sehr kurzen Fingern (Mondseer Material[8]), so daß als weiteres Kriterium für die Auswertung der Stufen, die Länge der ineinandergreifenden Finger zu beachten ist.

Die Häufigkeit der Eier bzw. der geschlüpften Kücken in den einzelnen Stufen weist eine eigenartige Gesetzmäßigkeit auf. Bei einer normalen, nicht ausgelesenen Herde verteilt sich die Häufigkeit der männlichen wie weiblichen Tiere in den Stufen wie annähernd 1:5:10:10:5:1 (Abb. 5).

Ferner ergibt sich in den unteren Stufen eine Zunahme von Totanlagen, wobei die Bezeichnung für tot als Sammelbegriff für nach dem vierten Tage ausgeschiedene Eier als sogenannte „unbefruchtete" Eier, für während des Brutvorgangs absterbende Eier bzw. Embryonen und während des Schlüpfvorgangs steckenbleibende Embryonen gilt. Selbstverständlich gilt dieser Sammelbegriff „tot" nur für jene Herden oder Stämme, in welchen Hennen mit Hähnen in Paarung stehen, wo also mit größter Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, daß jede Henne mit einem Hahn in Paarung stand.

Nur in Ausnahmefällen kommt auch hier eine Paarung nicht zustande wie durch Krankheit der Henne oder dadurch, daß in großen Herden mit wenig Hähnen, infolge großer Hennenauswahl, einzelne Hennen nicht belegt werden.

Die Tatsache, daß aber nicht nur die absterbenden Anlageträger, sondern auch die sogenannten „unbefruchteten" Eier, also solche, die nach 4—6tägiger Bebrütung, sei es durch die Henne

[8] Dies war auch die Ursache der relativ günstigen und vorerst einfach erscheinenden Möglichkeit, weibliche von männlichen Anlagen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit voneinander zu trennen.

oder im Brutofen, eine Häufung über diese E:B/L-Auswertung in der linken unteren Koordinatengruppe bzw. in den linken unteren Stufen aufweisen, schien eine ganz bestimmte Bedeutung bzw. Ursache haben zu müssen, auf die weiter unten noch eingegangen wird.

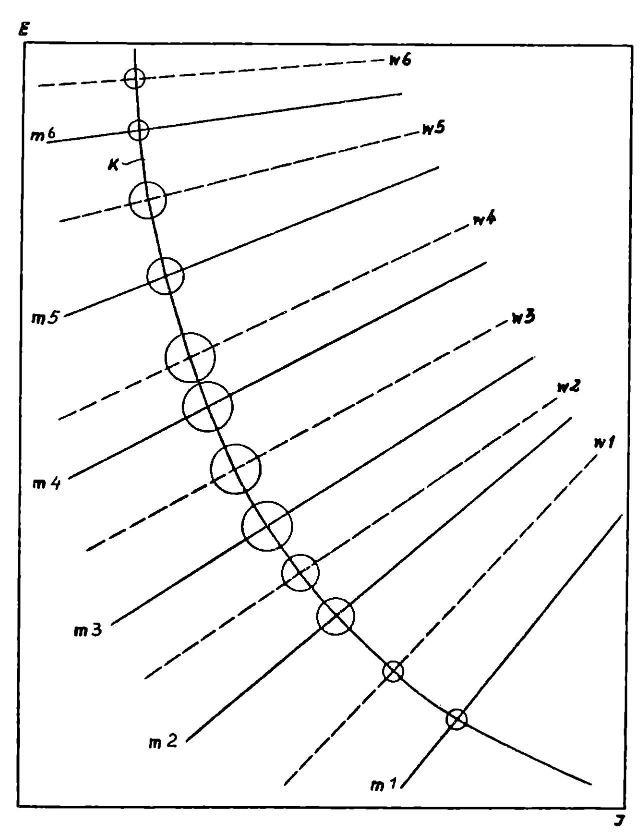


Abb. 5. Schematische Darstellung der 6 weiblichen und 6 männlichen Stufen am Ei. Die Größe der Kreise gibt die Häufigkeit der Anlagen in den Stufen bei einem normalen, nicht ausgelesenen Herdenmaterial an.

Während also theoretisch über Auslese der männlichen oder weiblichen Stufen, ein Ausscheiden von männlichen oder weiblichen Anlageträgern mit diesen Verfahren möglich scheint, so ist dieser Weg jedoch kaum oder nur beschränkt gangbar, da jene zwischen den Stufen verlaufenden Trennungslinien sehr schmal und

nicht gerade verlaufend sind, ebenso wie auch die Länge der ineinandergreifenden Finger bestimmte Schwankungen, siehe oben, aufweisen können.

Praktisch schien es jedoch von ausschlaggebender Bedeutung, einen Weg zu finden, um wertvolle Anlagenträger schon im Ei zu erfassen, also z. B. solche, die eine geringere Wahrscheinlichkeit zu tot, ferner eine bestimmte Wahrscheinlichkeit zu weiblich oder männlich besitzen.

Es zeigte sich, daß wie schon oben beschrieben (Mondseer Material) die Eier mit mehr weiblichen und weniger Totanlagen, rechts oben (Abb. 2), die Eier mit mehr männlichen und mehr Totanlagen links und unten im Koordinatenbild lagemäßig erfaßt werden können.

An über 10.000 Eiern vorhergegangener Testauflagen wurde nun der Versuch unternommen, Grenzen durch gleichgeschlüsseltes Material zu legen, das heißt, die Gruppen mit gleicher Wahrscheinlichkeit für weiblich — tot, männlich — tot mit Hilfe von Grenzlinien voneinander zu trennen. Es entstanden hiebei ganz bestimmte Kurven (siehe auch Abb. 4) mit einer parabelähnlichen Krümmung, die im oberen Teil fast parallel mit der Ordinate, im unteren Teil parallel mit der Abszisse verlaufen.

Die hiebei erzielten Trennungswerte, hinsichtlich wertvollen und weniger wertvollen Eimaterials, waren überraschend.

So ergaben sich in den obersten, durch Trennlinien abgegrenzten Gruppen ein Überwiegen der weiblichen gegenüber männlichen Anlagen und geringe Totanlagen, wogegen in den untersten Gruppen mehr männliche gegenüber weiblichen Anlagen und doppelt bis dreimal soviel Totanlagen als in den oberen Gruppen vorhanden waren.

Da dieses Ergebnis statistisch gesichert, die bisherige Meßmethode jedoch außerordentlich zeitraubend war, wurde ein Apparat (Abb. 6) entwickelt, mit dessen Hilfe die nötigen Meßwerte und deren Funktionen mit bestimmten Korrekturwerten und zusätzlich auch das Volumen des Eies als Korrekturwert für E über die Formel $\frac{D^2 \cdot \pi \cdot L}{6}$ direkt ablesbar zu erfassen sind.

Im folgenden werden nun die erzielten Ergebnisse, welche mit diesem Meßverfahren nur bei offiziellen Testen, d. h. Testen, die im Beisein von mehreren Zeugen durchgeführt wurden, dargestellt.

Die in Abb. 4 gezogenen Teilungs- oder Abgrenzungslinien I—IV, die hier das Eimaterial über das Verfahren E:B/L in 5 Auslesegruppen zerlegt, sind für eine verfeinerte Auslesemöglichkeit um

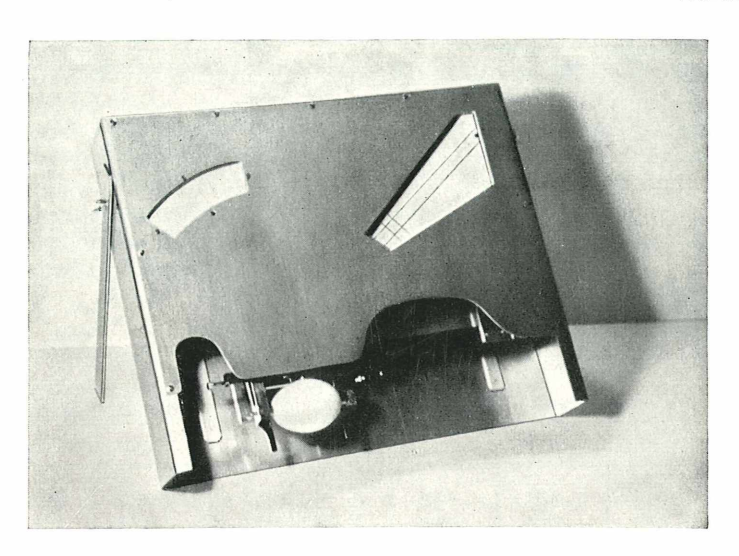


Abb. 6a. Apparat der Ovo Colombo Ges. m. b. H. in Salzburg zur Messung der Eier. Neben verschiedenen Meßwerten werden auch deren Funktionen, sowie das Volumen des Eies, direkt berechnet und ablesbar gestaltet.

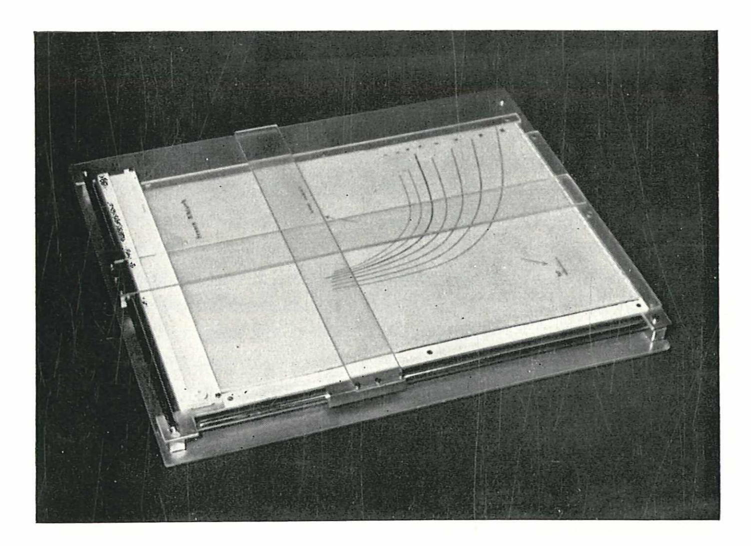


Abb. 6b. Dazugehörige Auswertungsplatte der Meßwerte mit Rechenschieber zur Erleichterung der Eintragung der von App. erhaltenen Werte, die über zwei Koordinatenschieber und deren Kreuzungspunkt, über verschiedene Auswertungsschablonen, die gesuchten Werteinstufungen ermöglichen. Die Messung eines Eies beansprucht etwa 40 Sekunden.

2 weitere Linien vermehrt worden, so daß statt 5 Auslesegruppen (Abb. 4) 7 Auslesegruppen einander gegenübergestellt werden können.

Tabelle 1a gibt die Verteilung von Eiern verschiedener Rassen, wie Leghorn, Italiener und Hampshire mit geringerem Totprozentsatz von im Mittel 26,2% in a bei 1405 Eiern, Tab. 1b die Verteilung von insgesamt 3971 Eiern verschiedener Rassen mit verschieden hohem Totprozentsatz von im Mittel 24,6—64% zusammengefaßt wieder.

a Tabelle 1 b

Auslesegruppen	lebend	tot	Σ	tot %	Auslesegruppen	lebend	tot	Σ	tot %
1	176	42	218	19,25	1	415	254	669	38,0
2	192	45	237	19,00	2	425	228	653	34,9
3	228	91	319	28,5	3	549	282	831	33,9
4	173	62	235	26,4	4	435	272	707	38,4
5	138	53	191	27,75	5	332	169	501	33,7
6	76	39	115	33,9	6	179	150	329	45,55
7	54	36	90	40,0	7	133	148	281	52,7
Σ	1037	368	1405		Σ	2468	1503	3971	
in %	73,8	26,2			in %	62,25	37,75		

In Abb. 7 ist das Ansteigen der Totanlagen in den 7 Auslesegruppen für die guten Testherden an 1405 Eiern in a, b, für die Zusammenfassung schlechter Testherden in d, e wiedergegeben.

In beiden Bildern ist deutlich das Ansteigen der Toterwartung in den Auslesegruppen von 1—7 zu sehen, vor allem dann, wenn man die Auslesegruppen 1—2 mit Auslesegruppen 6—7 vergleicht. Über den Heterogenitätstest χ^2 ergibt sich für die 1405 Eier über 7 Gruppen mit $\chi^2 = 23.7509$ und 6 Freiheitsgraden eine Sicherheit $P = < 0{,}1\,\%$, also in allen Fällen eine signifikante Trennungsmöglichkeit. Ähnlich, nur höher ist die Sicherheit der Trennung, bei 3971 Eiern über 7 Gruppen mit $\chi^2 = 46.562$ und 6 Freiheitsgraden $P = \ll 0{,}1\,\%$; bei 1405 Eiern über 2 Gruppen 1—3 gegen 4—7 mit $\chi^2 = 12.425$ und Fg. 1 und $P = < 0{,}1\,\%$; bei 3971 Eiern über 2 Gruppen 1—4 gegen 5—7 mit $\chi^2 = 28.715$ Fg. 1 und $P = \ll 0{,}1\,\%$.

Im Mittel des Gesamtmaterials ist also eine mit über 99,9% statistisch gesicherte Verteilung der Totanlagen im Ei auf die Auslesegruppen (1—7) über dieses Verfahren gegeben.

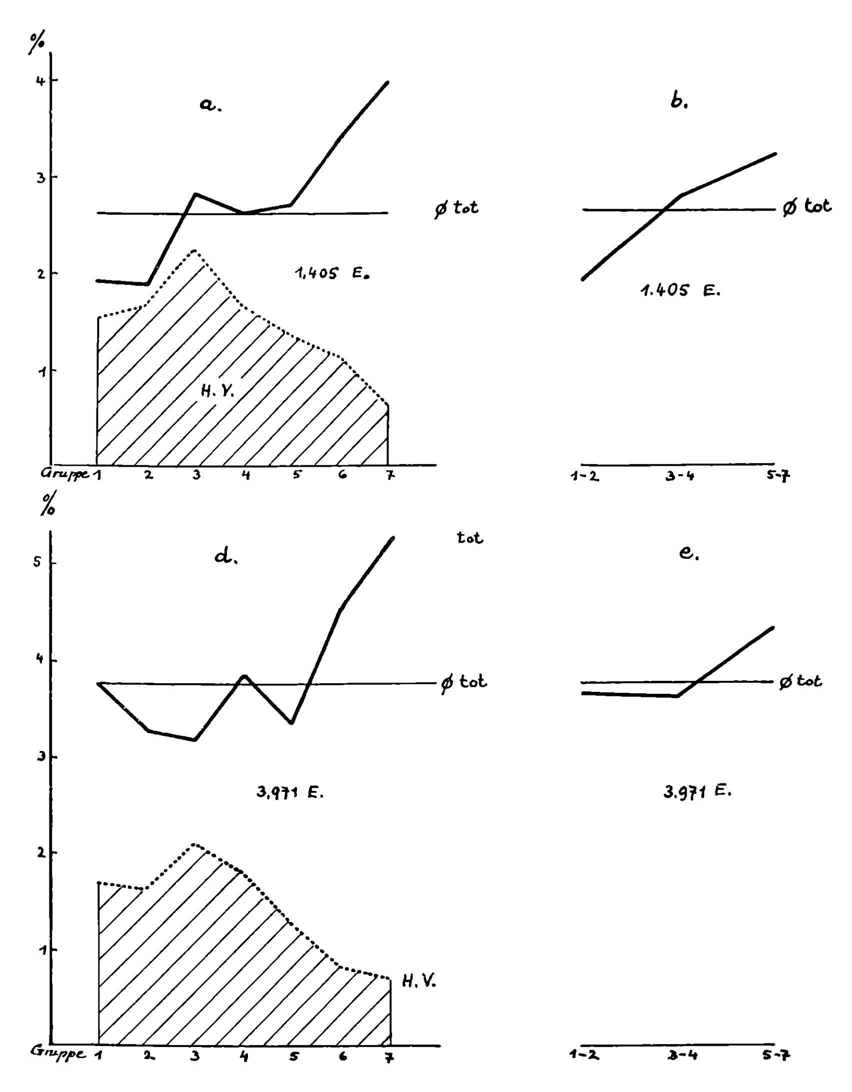


Abb. 7. Aktivstufengesetz.
Verteilung der Einzeleier a, d auf die Auslesegruppen 1—7. Die prozentuale Verteilung der „Tot"-Anlagen auf die einzelnen Gruppen (ausgezogene Linie), die mittlere Toterwartung (∅) und die Häufigkeitsverteilung der Eier auf die einzelnen Auslesegruppen (punktierte Linie) in b, e auf 3 Gruppen, zusammengefaßt.

Hiebei ist noch die zum Teil sich ungünstig auswirkende Zusammenfassung der verschiedenen Herden mit verschiedenen mittleren Totprozenten zu erwähnen. Wie die obigen Ausführungen zeigen, ist einerseits eine Anlage zu Totwahrscheinlichkeit gegeben, andererseits können aber reine Umwelteinflüsse die Anzahl der toten oder absterbenden Eier wesentlich beeinflussen. So ist im Frühjahr im Höhepunkt der normalen Brutzeit der Anteil tot geringer und steigt ab Mai stark bis zum Ende der Legeperiode im Spätherbst an, ferner kann die Art der Lagerung der Eier, ob kühl oder warm, feucht oder trocken, die für diese Teste jeweils durch 14—16 Tage hindurch gesammelt wurden, von großem Einfluß sein. So hat bei einem Test im August gerade gegen Ende der Lagerung eine Hitzeperiode eingesetzt, die auch zum Zeitpunkt der Messung der Eier noch anhielt. Hier war die höchste Todesziffer von 64% im Mittel dreier Herden vorhanden. Da gerade diese Herden ein sehr gutes Zuchtmaterial mit stärkerer Verteilung auf die besten Auslesegruppen 1—3 aufwies, entstand in der Sammeldarstellung die störende Steigerung der Totanlagen in Abb. 7 d, e in den ersten Gruppen.

Für meine Versuche wurden für eine Testung jedes Einzeleies für 600 Eier Einzelschlupfkästchen aus Drahtgeflecht hergestellt, die sowohl in Mondsee als auch in München zur Verfügung standen. Bei den offiziellen Testen bei verschiedenen Farmen fehlten jedoch Einzelschlupfkästchen in solcher Menge, so daß hier nur eine kleine Anzahl von Einzeleiern auf Geschlecht getestet werden konnte. Die meisten Eier wurden nach Hennenzugehörigkeit gesammelt, in größeren Schlupfkästchen eingelegt, so daß dann nur für jede Henne die Anzahl der ihr zukommenden weiblichen und männlichen Anlagen im Ei überprüft wurde (siehe unten). In einem offiziellen Test wurde auch nur das lebend-tot-Verhältnis nach meinem Verfahren überprüft.

So ist in Abb. 8 nur eine Zusammenfassung von 723 Eiern in Einzelschlupf von obigem Material vorhanden, an welchem das männlich-weiblich- und tot-Verhältnis in seiner Zuordnung zu den Auslesegruppen gezeigt werden kann.

Die Darstellung in Abb. 8a, b zeigt das gleiche Ansteigen der Totanlagen von Auslesegruppe 1—7, andererseits das Absinken der weiblichen Anlagen und Ansteigen der männlichen Anlagen. Dies kommt auch in der Zusammenfassung der Gruppen 1—3 und 4—7 deutlich zum Ausdruck (Abb. 8b).

Die Verteilung weiblich zu männlich über die Gruppen 1—3 gegen 4—7 zusammengefaßt, ist hier jedoch mit $\chi^2 = 3.559$ und 1 Fg. und $P = < 6\%$ nicht gesichert. (Siehe unten an größerem Material.)

Sind so bei Einzeleiern über die verschiedenen Gruppen wertmäßige Einstufungen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit ihrer Anlage zu weiblich, männlich und tot möglich, so ist erstaunlicherweise wie schon das früher untersuchte umfangreiche Material zeigte, auch für jede Henne eine Einstufung und somit Vorhersage hinsichtlich der von ihr zu erwartenden Verteilung dieser Anlagen für ihr gesamtes Gelege möglich.

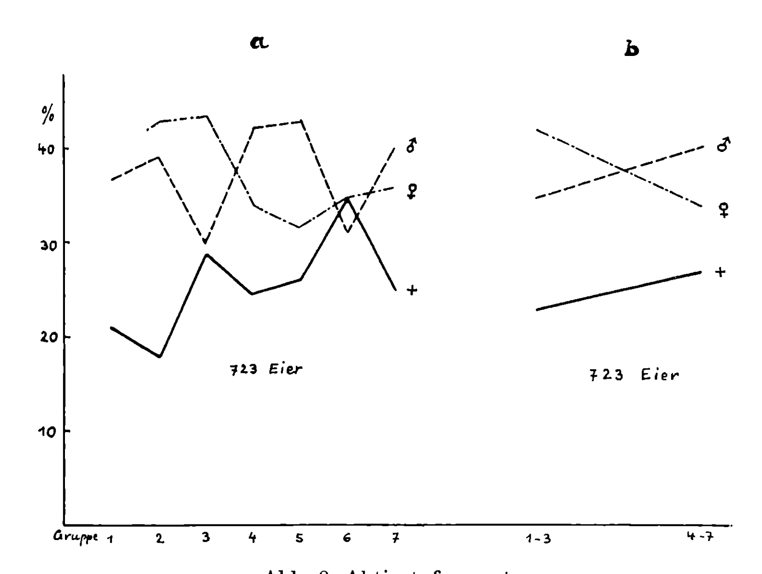


Abb. 8. Aktivstufengesetz
Verteilung der Einzeleier a auf die Auslesegruppen 1—7; weibliche Anlagen (.—.—), männliche Anlagen (— — — —), Totanlagen (————). In b auf zwei Gruppen zusammengefaßt.

Wenn man eine Henne und deren Gelege über das obige Verfahren in das Koordinatenblatt einträgt, so zeigt sich, daß jede Henne eine mehr oder minder große, aber eine im Verhältnis zur Gesamtstreuung nur kleine Variation aufweist.

Nimmt man ein Din-A-4-Format als Grundlage für die Auswertung der Gesamtvariation des E zum Breiten-Längen-Verhältnis verschiedener Rassen und Stämme, so zeigt ein gutes Hennengelege eine Streuung in der Lage der Einzeleier von 2,5 cm bis 3 cm Durchmesser, andere schlechtere Gelege, wir kommen später darauf zurück, Streuungen in der Lage der Einzeleier bis zu 5 cm und mehr (Abb. 9).

Da solcherart ein gutes Hennengelege nur eine kleine Streuung, etwa 1/50 der Gesamtvariation der Eier nach dem Verfahren

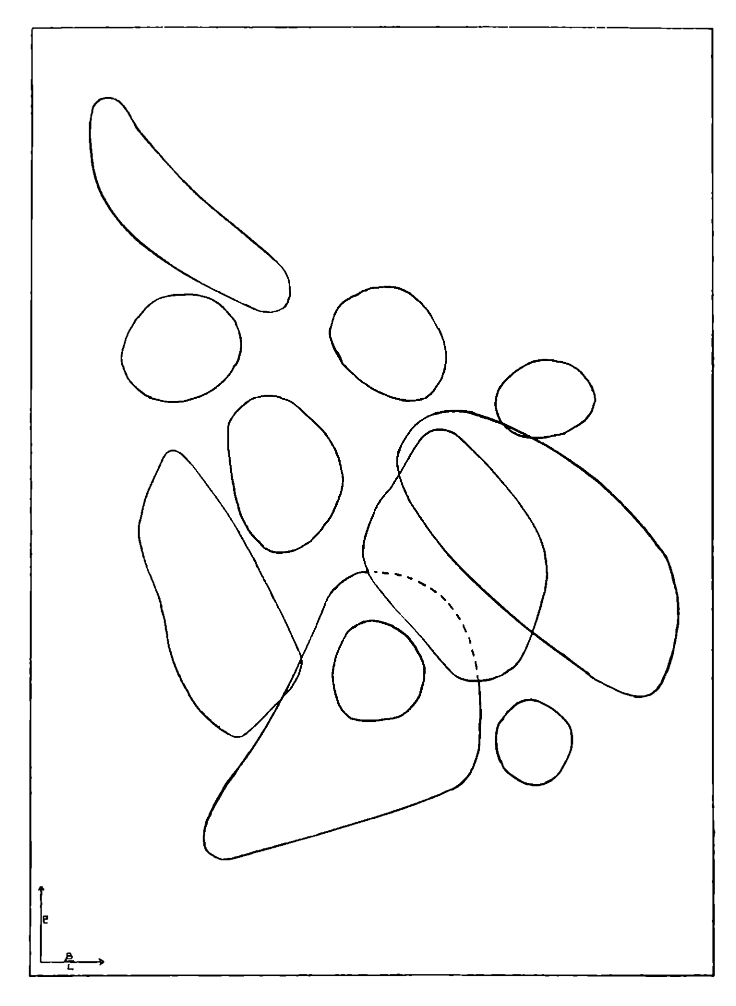


Abb. 9. Aktivstufengesetz.
Kleine und große Streuungen von verschieden guten Hennengelegen.

umfaßt, läßt sich daraus bindend schließen, daß also nicht nur die Eier selbst, sondern auch die Hennengelege im Rahmen dieses Verfahrens in verschiedene Wertungsgruppen einzuordnen sind,

z. B. in der Form, daß jeweils von dem Hennengelege der Mittelwert festgestellt wird.

Die Bestimmung des Mittelwertes eines Geleges kann einmal dadurch erreicht werden, daß alle E-Werte, ebenso die B/L-Werte addiert und dann durch die Anzahl der untersuchten Eier dividiert werden, wie es hier bei dem offiziell getesteten Material erfolgte, oder optisch aus der Streuung des Geleges der Mittelwert gesucht bzw. ermittelt wird. Bei einiger Übung ist auch dieser Weg gangbar. Es zeigte sich hiebei, daß schon mit 10 bis 20 Eiern eine sehr genaue Mittelwertslage bestimmt werden kann, im Mittel des hier getesteten Materials sind es sogar unter 10 Eier pro Henne, die zu den folgenden Ergebnissen führten.

Zwangsläufig ergibt sich bei der Auswertung der Mittelwerte von Hennengelegen eine Verkleinerung in der Gesamtvariation im gleichen Din-A-4-Format so, daß auch die für Einzeleier verwandte Grenzziehung der Trennungslinien für einzelne Auslesegruppen (Wertgruppen) eine Verengung erfahren muß.

Da zugleich der Mittelwert eines Geleges eine sicherere Einstufung infolge des Ausgleiches von kleineren Meßfehlern gestattet, als die Einstufung der Meßwerte eines Einzeleies, wurden zu den 7 Stufen der empirisch ermittelten Ausleseschablone für Einzeleier noch 3 weitere hinzugefügt, so die Gruppe 1 in 1 a, 1 b, 1 c unterteilt und eine Gruppe 8 angefügt (Abb. 10).

Praktisch liegt bei einem guten Hennengelege, dessen Eier z. B. die Länge von 60 mm und Breite von 42 mm aufweisen, die Variation von einem Ei zum anderen im E-Wert zwischen 0 und 0,7 mm.

Die Variation im B/L-Verhältnis liegt in diesem Fall z. B. zwischen 0 und 2,8 Indexeinheiten, die wieder einer Variation in der Breite allein von 0 bis 1,7 mm und der Länge allein von 0 bis 2,4 mm entspricht. Die Genauigkeit der Meßwerte am Einzelei wird allerdings öfters von kleinen Fehlern der Kalkschale wie Verdickungen oder kleinen mehr kugelförmigen Kalkauflagen, die häufig an den Enden, gelegentlich auch über die ganze Oberfläche verstreut sind, beeinträchtigt. In Einzelfällen können diese Kalkauflagen ein solches Ausmaß erreichen, daß eine genaue Messung des Eies nicht möglich ist.

Die Tatsache nun, daß über dieses Meßverfahren für ein Ei allein ein Wahrscheinlichkeitswert für weiblich, männlich und tot errechnet werden kann, ferner aber auch einem Hennengelege über seine Mittelwertslage eine bestimmte Wahrscheinlichkeit für männlich-weiblich und tot-Anlagen zuzuordnen ist, spricht dafür, daß

auch umgekehrt aus der Mittelwertslage mehrerer Eier einer Henne die Erbanlage der Henne selbst hinsichtlich der ihr zustehenden Wahrscheinlichkeit für männliche, weibliche und Totanlagen für die Summe ihrer Eier zu erfassen ist.

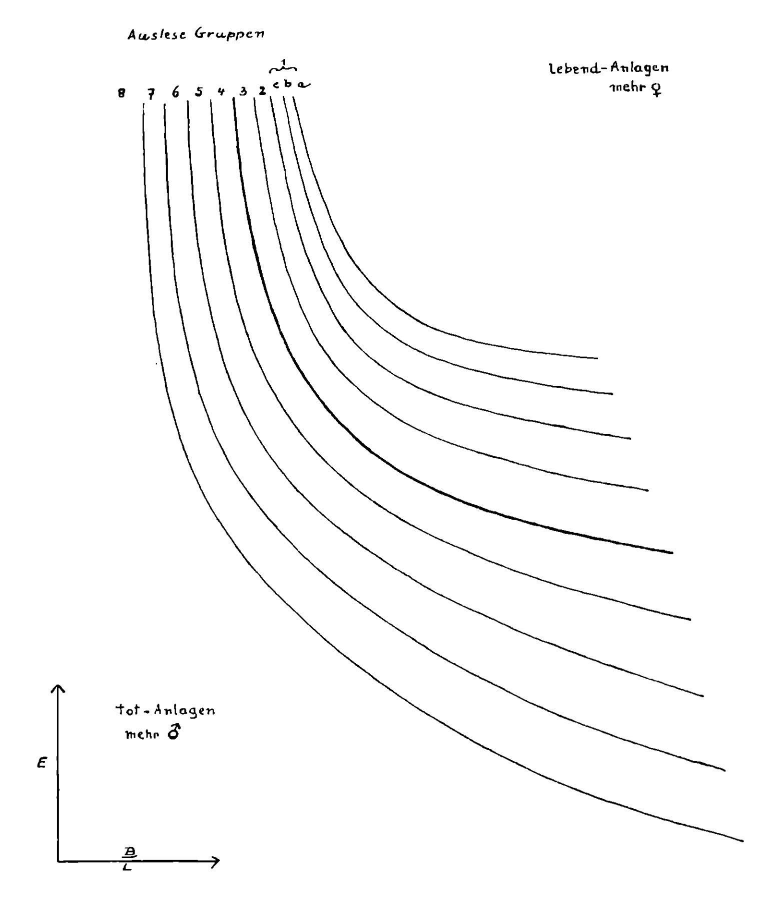


Abb. 10. Aktivstufengesetz.
Auswertungsschablone für Mittelwerte der Hennengelege 1 a – 8.

Diese Überlegung, die aus den Ergebnissen, siehe unten, zwangsläufig abzuleiten ist, ist um so eigenartiger, als dies heißen würde, daß nicht jeder Henne, wie bisher angenommen, die Wahrscheinlichkeit für männliche und weibliche Nachkommen im Ver-

hältnis von 50:50 zukommt, sondern daß es auch solche gibt, die eine anlagenmäßige Wahrscheinlichkeit für mehr weibliche und weniger männliche Nachkommen und auch umgekehrt für mehr männliche und weniger weibliche Nachkommen besitzen. Dies widerspricht den bisherigen Vorstellungen, die wir in der Vererbung des Geschlechtes bei Vögeln hatten.

In einer Zusammenfassung verschiedener Arbeiten ist nach TAYLOR das Verhältnis 50:50 ± 2%. So gibt CREW[9] an einer Statistik von 2,216.051 Kücken den Prozentsatz für männlich mit 51,38% an, bei Feststellung des Geschlechtes am Kücken nach der japanischen Methode. Nach der „Plumage-color"-Methode, die genauere Resultate gibt, wurden 515.976 Kücken untersucht, davon waren 50,34% männlich. Es scheint so eher ein Übergewicht an männlichen Kücken beim Schlupf vorhanden zu sein.

Diese Ergebnisse widersprechen jedoch nicht meinen Ergebnissen insofern, als auch hier das Geschlechtsverhältnis sowohl in den Stufen als auch insgesamt nahezu 50:50 beträgt, sondern besagt nur, daß jene Erscheinung, daß einzelne Hennen mehr weibliche, andere mehr männliche Anlagen aufweisen, als reine Zufallserscheinung abgetan wurde bzw. als im Widerspruch zu den Mendelschen Gesetzen stehend, von vorneherein keine eingehende Beachtung fand.

Tabelle 2

a) 1.484 Eier 200 Hennen — b) 2.583 Eier 354 Hennen

Auslesegruppen	weibl.	männl.	tot	Σ	tot %	Auslesegruppen	weibl.	männl.	tot	Σ	tot %
1a + b	40	26	17	83	20,4	1a + b	47	33	20	100	20
1c + 2	93	71	46	210	21,9	1c + 2	122	111	78	311	25,1
3 + 4	209	162	135	506	26,7	3 + 4	293	247	208	748	27,8
5 + 6	167	226	170	563	30,2	5 + 6	341	395	314	1050	29,9
7 + 8	33	38	51	122	41,8	7 + 8	118	113	143	374	38,3
Σ	542	523	419	1484		Σ	921	899	763	2583	
in %	36,5	35,2	28,2			in %	35,7	34,7	29,6		

Betrachten wir die in Tabelle 2 und Abb. 11 über Mittelwertslage eingestuften Hennengelege und deren Verteilung in den Auslesegruppen, so zeigt sich in Abb. 11 a, b, c, in welchem insgesamt

[9]) Crew F. A. E 1926; On fertility of the domestic fowl. Proc. Roy. Soc. Edinburgh 46: 230—238.

200 Hennen mit 1484 Eiern aus Herden mit geringerer Todesziffer und in d, e, f, insgesamt 354 Hennen mit 2583 Eiern mit höherer Todesziffer in der 10-Stufenschablone 1a—8 hinsichtlich ihrer

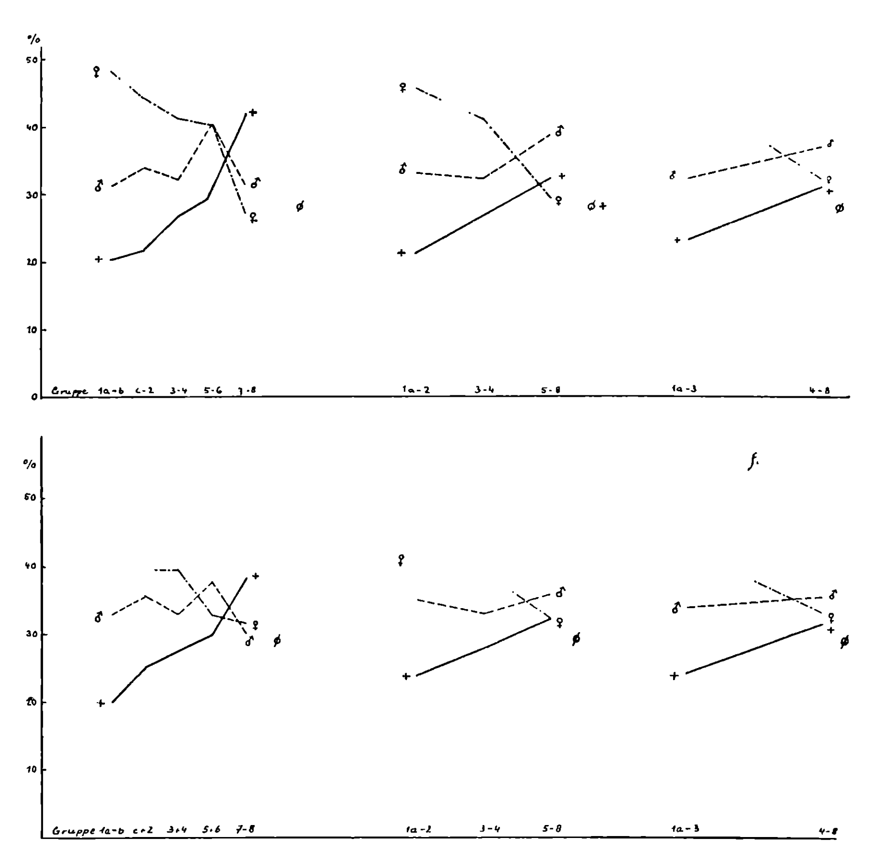


Abb. 11. Aktivstufengesetz.
Einstufung der Eier über Hennenmittelwert in die Auslesegruppen 1a—8 und Verteilung der Eier auf die Auslesegruppen 1a, b, c bis 8 weiblich (.—.—), männlich (— — — —) und tot (————) für gute Herden und Stämme verschiedener Rassen in a, b, c, für schlechtere in d, e, f. In b, e auf 3 Gruppen, in c, f auf 2 Gruppen zusammengezogen. Mittelwert an Totanlagen (∅).

Wertigkeit ausgelesen wurden, die in der Abbildung zur besseren Darstellung in 5,3 und 2 Stufen zusammengezogen wurden, dieselbe charakteristische, schon bei Einzeleiern gefundene Verteilung von

männlich, weiblich und Totanlagen. So ist in a bei 1484 Eiern und 200 Hennen über Einstufung Hennenmittelwert, in der Gruppe 1 a+b, die Wahrscheinlichkeit für weibliche Nachkommen 48,2%, für männlich 31,3%, für Totanlagen 20,5%. Umgekehrt ist in der Auslesegruppe 7+8, die Wahrscheinlichkeit für weiblich 27%, für männlich 31,2% und für tot 41,8%.

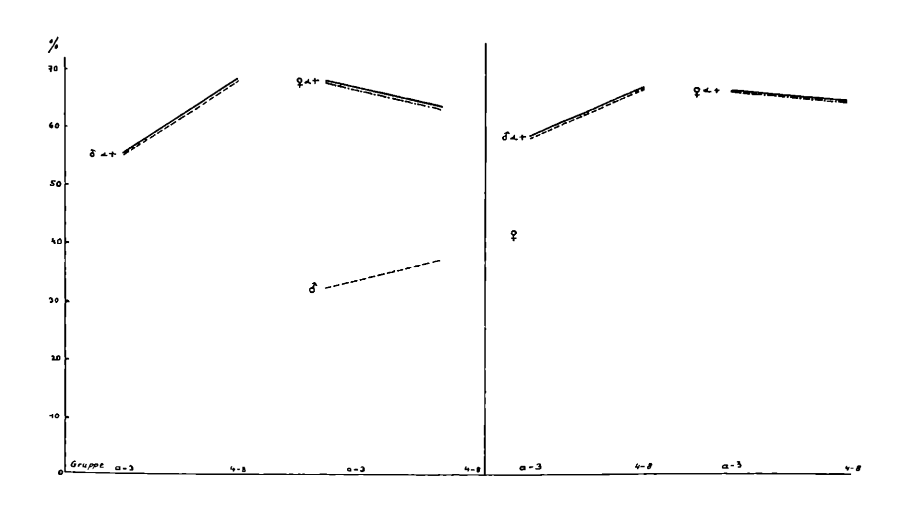


Abb. 12. Aktivstufengesetz.
Einstufung der Eier über Hennenmittelwert in die Auslesegruppen 1a—8 und Verteilung der Anlagen weiblich (.—.—) zu männlich (— — — —) plus tot (————) (a, c) und männlich (— — — —) zu weiblich (.—.—) plus tot (————) (b, d) bei guten (a, b) und schlechteren Herden (c, d) verschiedener Rassen in 2 Gruppen zusammengefaßt.

In der Gesamtzusammenfassung auch mit etwas schlechteren Herden (d, e, f) ist grundsätzlich dieselbe Verteilung in den Häufigkeiten für weiblich, männlich und tot gegeben. Abb. 11.

Diese Verschiedenartigkeit in der Verteilung wird besonders deutlich in der Zusammenfassung dieser Ergebnisse auf 3 (b, e) bzw. 2 (c, f) Gruppen, wo in allen Fällen die Überkreuzung in der weiblich-männlich Wahrscheinlichkeit nach der 10-Gruppen-Auslese zwischen den Gruppen 4 und 5 stattfindet.

Die Änderung der Zahlenverhältnisse über die Gruppen 1a—3 und 4—8 ist in Abb. 11 für c bei χ^2 24.022 über 1 Freiheitsgrad

und P =$\ll$als 0,1 %, für f bei χ^2 20.824 über 1 Freiheitsgrad auch wieder P =$\ll$0,1 %, also hoch significant.

Die auch hier besonders auffallende Erscheinung ist das gegensätzliche Verhalten in dem Verlauf der Kurven weiblich zu tot, und der mehr gleichbleibende Verlauf der männlichen Kurven.

Das gegensätzliche Verhalten von weiblich zu tot läßt sich auch in der Form statistisch auswerten, daß man das Verhältnis von weiblich zu männlich plus tot, wie umgekehrt das Verhältnis von männlich zu weiblich plus tot hinsichtlich der Sicherheit über den Heterogenitätstest überprüft.

In der Abb. 12 sind in a und b die Herden und Stämme mit der geringeren Todesziffer, in c und d eine Gesamtzusammenfassung von Herden mit höherer Todesziffer dargestellt. Während bei den Herden in a das Verhältnis weiblich zu männlich, plus tot über $\chi^2 = 30,21$ 1 Freiheitsgrad und P =$\ll$als 0,1 % und in c mit $\chi^2 = 15.170$ 1 Freiheitsgrad und P =$<$als 0,1 %, also in beiden Fällen das Verhältnis signifikant ist, sehen wir dagegen, daß die Gegenüberstellung männlich zu weiblich plus tot in b mit $\chi^2 = 3.408$ und 1 Freiheitsgrad P =$<$als 10 % und bei den schlechteren Herden und Stämmen in d mit $\chi^2 = 0,7675$ und 1 Freiheitsgrad P =$<$als 70 % statistisch n i c h t signifikant ist.

In Abb. 13, in welcher nur die Verteilung von weiblichen zu männlichen Tieren im Prozentverhältnis zueinander über die Auslesegruppen 1—8 dargestellt ist, wird das gegensätzliche Verhältnis von weiblich zu männlich noch deutlicher, so in a, b, c für die besseren Herden und Stämme von 200 Hennen mit 1484 Eiern und in d, e, f an 450 Hennen mit 3472 Eiern einschließlich 96 Hennen mit 889 Eiern von mit einer Umwelt (Hitze) bedingten, hohen mittleren Todesziffer von 64,2 %.

In beiden Darstellungen der Abb. 13, ebenso wie den in Abb. 11 und 12, ist der Umkehrpunkt für mehr weibliche als männlich, zu mehr männlich als weiblich deutlich zwischen den Auslesegruppen 4 und 5 gelegen.

Wenn auch hier der Heterogenitätstest infolge des Ausscheidens der Totgruppen nicht einwandfrei ist, so ist auch in diesem Falle in beiden Gruppen für 1484 Eier sowie für die Gruppe von 3472 Eiern die Verteilung über $\chi^2 = 13,784$ bzw. 12,845 u. 1 Fg. und P =$<$0,1 % significant.

Zur Ergänzung sei hier noch eine Zusammenfassung eines Teiles, des von mir früher über gleiche also direkt vergleichbare Meßwerte getesteten Materials an 4142 Eiern von 582 Hennen aus Herden und Stämmen verschiedener Rassen, wie Leghorn, Italiener,

%
a.
b.
♀
♂
von 1.484 E.
71 E.
von 1.484 E.
Gruppe
1a-b 1c-2
a-2

%
d.
f.
♀
♂
von 3,472 E
von 3,472 E.
von 3,472 E.
125 336 668 773 237 E.
1.367 E.
Gruppe
1a-b 1c-2 3-4 5-6 7-8

Abb. 13. Aktivstufengesetz.
Verhältnis der weiblichen (.—.—) zu männlichen (— — — — —) Eiern allein, in Prozenten, Einstufung der Eier über Hennenmittelwert, von den Auslesegruppen (1 a – 8), zusammengefaßt auf 5, 3 und 2 Gruppen; in 2 Zusammenfassungen von verschiedenen Rassen. 1.484 Eier a, b, c und 3.472 Eier d, e, f.

Hampshire, Rhodeländer und Australorps aus Österreich und Deutschland gegeben. In Abb. 14 ist das Material in 3 alte Gruppen 1—2, 3—4, 5—8 zusammengefaßt und die Verteilung auf die Auslesegruppen über χ^2 mit P = ⩽0,1 % ebenso signifikant.

Aus diesen Ergebnissen, insbesondere der Abb. 11 und 12, ging jedoch hervor, daß der fallende Prozentsatz von weiblichen Tieren in den Auslesegruppen von 1a zu 8 und der umgekehrt steigende

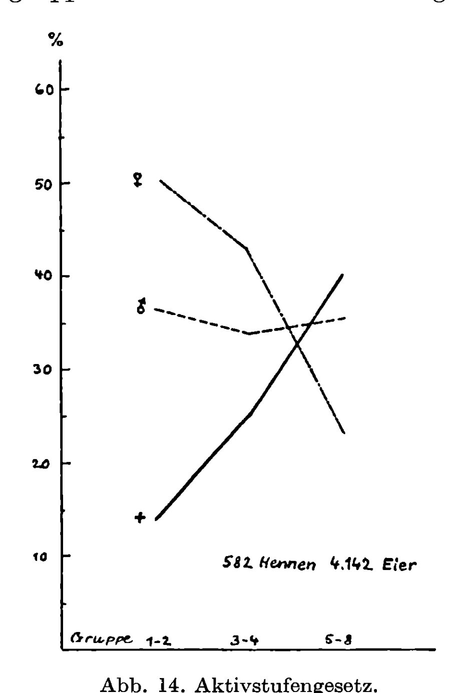


Abb. 14. Aktivstufengesetz.
Verteilung von Eiern über Einstufung Hennenmittelwert verschiedener Rassen (ein Teil von altem Material) über Auslesegruppen 1—8 in 3 Gruppen zusammengefaßt.

Prozentsatz von tot von 1a zu 8 in einer Beziehung zueinander stehen müssen, die den Schluß nahelegt, daß der fallende Prozentsatz der weiblichen Tiere in den Gruppen 1a nach 8 durch ein Absterben der weiblichen Anlageträger zustande kommt, wogegen die männlichen Anlageträger in keiner solchen Beziehung zur Absterbequote stehen.

Die Ursache für dieses eigenartige Verhalten ließe sich vielleicht dadurch erklären, daß die gleichanlagige Geschlechtschromo-

somen-Kombination xx, die beim Vogel beim Männchen zu finden ist, weniger anfällig bzw. resistenter in der Entwicklung ist, wogegen die ungleiche Geschlechtschromosomen-Kombination x0, die hier beim weiblichen Tier vorhanden ist, als schwächere und anfälligere, eine direkte Korrelation zu tot im Sinne der steigenden Auslesegruppen von 1a zu 8, aufweist.

Dies scheint um so mehr an Wahrscheinlichkeit zu gewinnen, wenn man an das Verhältnis in dem Absterbevorgang in der embryonalen Entwicklungszeit beim Säugetier heranzieht, bei welchem umgekehrt wie beim Vogel, die paare Geschlechtschromosomen-Kombination xx, weibliche Anlagen, die unpaare xy, männliche Anlagen zur Folge hat. So wiesen z. B. umfangreiche Untersuchungen von Prinzing[10] an 74.534 Aborten im 4. bis 6. Schwangerschaftsmonat ein Geschlechtsverhältnis von 160 Knaben zu 100 Mädchen auf. Auerbach[10] berechnet ein Verhältnis zum Zeitpunkt der Zeugung von mindestens 120 männlichen zu 100 weiblichen Anlagen, und Pfaundler[10] berechnete, daß das Verhältnis zum Zeitpunkt der Zeugung auf etwa 146,2 männliche zu 100 weiblichen Anlagen käme. Ein Verhältnis, das durch die höhere Empfindlichkeit und das Absterben der männlichen Anlagenträger auf ein Verhältnis von rund 105 bis 108 männlichen zu 100 weiblichen Anlagen zum Zeitpunkt der Geburt verringert wird.

Überblicken wir die obigen Ergebnisse, die auf Grund bestimmter Meßwertkombinationen und deren Funktionen bei verschiedensten Rassen zustande kommen, so läßt sich eine Gesetzmäßigkeit in der Zuordnung ganz bestimmter Meßwerte zu ganz bestimmten biologischen Anlagen nicht mehr leugnen.

Da über diese gesetzmäßige Verteilung bestimmter Anlagen einmal die Lebenskraft — Aktivität des Einzeleies, wie auch der Henne selbst einer Beurteilung zugänglich wird —, zum anderen die hier erfaßten Unterschiede in der Aktivität auch mit dem weiblichen Geschlecht in Zusammenhang gebracht werden können, das Geschlecht aber in mehreren physikalisch meßbaren Stufen in Erscheinung tritt, habe ich diese verfahrensbedingte Gesetzmäßigkeit am Vogelei „Aktivstufengesetz" benannt. Die Erscheinung dieses Gesetzes dürfte auf Wechselbeziehungen zwischen Geschlechtschromosomen und Autosomen beruhen.

Fassen wir zusammen, so kann man für das Aktivstufengesetz folgendes sagen: Aus dem Zusammenwirken der männlich-weiblich Stufen (E-Wert) und dem B/L-Verhältnis lassen sich empirisch

[10] Pfaundler, Z. f. Kinderheilkunde 57, 187 ff. siehe d. weitere Literatur; auch Ludwig & Boost, Biologia generalis 16, 183 ff.

ermittelte Gruppen = Ausscheidungen durchführen mit hochgesicherten Unterschieden in der Erwartung für mehr lebensstarke oder lebensschwache — tote — sowie für mehr weibliche oder mehr männliche Anlagen.

Die Ursache der Gesetzmäßigkeit kann nur im biophysikalischen Geschehen der Eizelle selbst liegen. Daß dieses Geschehen allerdings in dieser Form mit Hilfe von feinsten Meßwertunterschieden erfaßt werden kann, ist überraschend. Ist doch die Stufenbildung nur dann erklärlich, wenn jeder der 6 weiblichen und 6 männlichen Stufen bestimmte physikalische Ausdrucksformen zuzuordnen sind. Also 12 verschiedene. Hinzu kommt die Art des Ineinandergreifens der Stufen (gleichsam als Finger), ob stärker oder schwächer verzahnt, mit mehreren Phänotypen (3—5) sowie die Unterschiede im Breiten-Längenverhältnis in 3—5 Phänotypen, die ihre Grundlage in den Viskositätsunterschieden bzw. deren verschiedenen Kombinationen haben. So ergibt sich bei diesem Verfahrensweg ein Phänotypenraster mit einer sehr erheblichen Anzahl von Einzelkombinationen, auf die ich später im zweiten Teil der Arbeit, der die inneren Zusammenhänge erläutern soll, zurückkommen werde.

Zuletzt sei für das Aktivstufengesetz noch die Häufigkeitsverteilung der Eier bzw. Hennenmittelwerte erwähnt. Aus der Tabelle 2 geht hervor, daß in den Auslesegruppen 5—6 die größte Anzahl von Eiern im Mittel der hier getesteten Herden zu liegen kommen. Bei allem bisher von mir untersuchten Material an Herden ist die Häufigkeitsbildung ähnlich. Nur selten findet sich eine Verschiebung des Herdenmittels nach den guten Auslesegruppen und dies nur bei einem bekannten Züchter. Es ist also im allgemeinen noch ein mehr normales Anlagengefüge in der Verteilung des Materials ersichtlich, das in der Hühner-Herdbuchzucht eine leichte Verschiebung nach der Seite guter Auslesegruppen aufweist. Dies scheint jedoch um so verwunderlicher, zumal diese Herdbuchzuchten seit Jahren neben anderen Auslesevorhaben (Eizahl usw.) auch eine Auslese von Tieren betreiben, die eine geringere Disposition zu Totanlagen im Sinne des Absterbens der Embryonen durchführt. Allerdings ist das Kriterium unbefruchtet nicht, oder überhaupt nicht auf eine Hennenanlage, sondern nur auf den Hahn zurückgeführt worden und bei der Hennenauslese unbeachtet geblieben.

Diese an sich relativ g e r i n g e n Erfolge in der Verbesserung des Anlagegefüges des Hühnermaterials in der Disposition zu Totanlagen trotz jahrzehntelanger immer wieder geübter Auslese, wird aber dadurch verständlich, daß noch eine zweite Anlagen-

disposition zu lebensschwach und tot vorhanden ist, die mit dem Aktivstufengesetz nicht in Zusammenhang steht und so eine gerichtete Auslese außerordentlich erschwerte.

Der direkte Anlaß zur Auffindung der zweiten Gesetzmäßigkeit für lebend-tot-Erwartung war der, daß bei einzelnen Hennen, die über das Aktivstufengesetz grundsätzlich nur eine geringe Disposition zu Totanlagen anlagemäßig besitzen müßten, höhere Totanlagen-Dispositionen vorhanden waren, als es der mittleren Wahrscheinlichkeit für ihre Auslesegruppe zukam und umgekehrt, Hennen mit höherer Wahrscheinlichkeit für tot auf Grund ihrer Einteilung in bestimmte Auslesegruppen, geringere Totanlagen aufwiesen.

Der Weg zur Auffindung dieser störenden Erscheinung wäre theoretisch ja einfach der, daß man jene Hennen, die aus dem über obiges Gesetz erfaßten Rahmen fallen, mit den anderen in den Rahmen passenden vergleicht. Praktisch führte der Weg jedoch über weite Umwege, die durch Jahre gegangen wurden, zu dem auch hier überraschenden Ergebnis, daß kleinsten, nur Bruchteile von Millimetern betragenden Abweichungen der Eiform von einem idealen Sphäroid, eine sehr wesentliche Bedeutung für die lebend-tot-Erwartung, jedoch keine auf das weiblich-männlich-Verhältnis zuzuordnen ist.

Da ich diese Symmetriefunktion als einen durch die Schale fixierten Ausdruck des Zusammenspieles einer Summe von Faktoren im Sinne eines harmonischen oder disharmonischen Wirkens der verschiedenen Einzelkräfte im Ei und um das Ei zur Zeit seiner Bildung ansehe, habe ich diese Funktion als „Energiegesetz“ bezeichnet.

„Energiegesetz“

Wie schon am obigen Meßverfahren und den Ergebnissen gesehen, spielten Bruchteile von Millimetern in den 6, sich abwechselnden männlichen und weiblichen Stufen einerseits, in der Streuung eines Hennengeleges andererseits, ebenso wie in den empirisch ermittelten Auslesegruppen eine entscheidende Rolle. Diese Feinheit im Bau und Formgebung des Eies wird aber noch durch eine weitere, in diesen Meßwerten nur zum Teil, oder nur bedingt zum Ausdruck kommende Messung der Symmetrie der Gesamtzelle beeinflußt.

Dreht man das Ei um seine Achse, durch Befestigung der beiden Eienden in zwei drehbar angeordneten Backen, so zeigt sich, daß die verschiedenen Eier gewisse Abweichungen in der Rotationssymmetrie aufweisen. Das heißt, ein Ei zeigt bei Drehung um seine

Längsachse keine feststellbaren Abweichungen in den verschiedenen Querschnittsebenen, die über einen Zeigerausschlag des Apparates abgelesen werden können, wogegen ein anderes Ei stärkere Abweichungen aufweist. z. B. in dem Abstand der halben Breite zur Längsachse.

Es zeigt sich nun, daß die Wahrscheinlichkeit zu tot bei jenen Eiern mit einer höheren Symmetrie eine geringere ist als bei jenen Eiern mit größeren Asymmetrien. Mißt man das Gelege einer Henne hinsichtlich dieser Symmetriefunktion, so ergibt sich auch in einem solchen Hennengelege eine Variation von einem Ei zum anderen von 0 bis gelegentlich $\pm$ 3 und mehr Millimeter, dennoch zeigen die verschiedenen Gelege, wenn man den Mittelwert der Abweichung bestimmt, verschieden hohe durchschnittliche Abweichungen. Im Mittel eines größeren Materials variiert der Mittelwert von Hennengelegen von 0,3 mm Abweichungen bis 1,65 mm, nur in ganz seltenen Fällen wird diese Grenze überschritten.

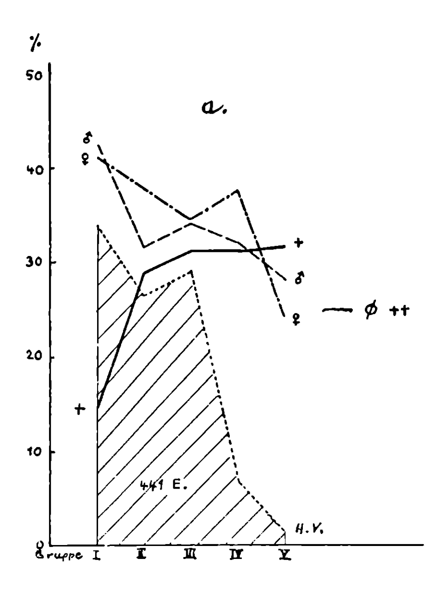
Teilt man nun diese $\pm$-Abweichung der Eier von Hennengelegen von 0 bis $\pm$ 1,2 mm und mehr in 5 Gruppen wie

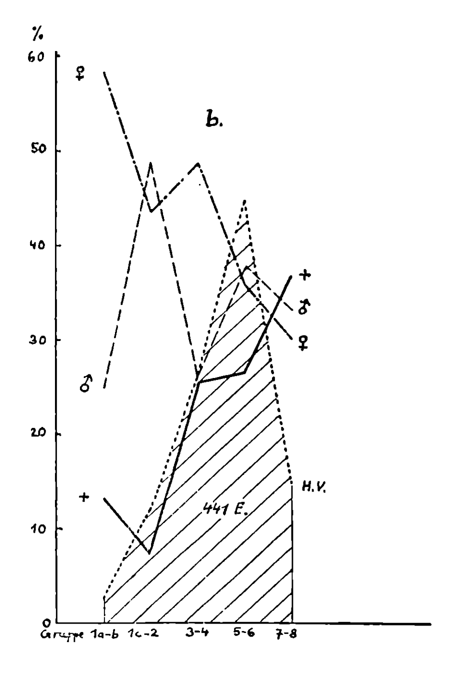
I. Gruppe	0 bzw. 0,3 mm	bis	$\pm$ 0,55 mm		
II. Gruppe	$\pm$ 0,55 mm	bis	$\pm$ 0,75 mm		
III. Gruppe	$\pm$ 0,75 mm	bis	$\pm$ 1,0 mm		
IV Gruppe	$\pm$ 1,0 mm	bis	$\pm$ 1,2 mm		
V Gruppe	$\pm$ 1,2 mm	und darüber ein,			

dann ergibt sich das in Abb. 15a gezeigte Bild der Verteilung von toten weiblichen und männlichen Anlagen. Betrachten wir zuerst bei 441 Eiern von 55 Hennen über Einstufung deren Hennenmittelwerte in die Gruppen I—V die Anzahl der Toten, so sehen wir in Gruppe I die geringste Totanzahl wie z. B. 14,5% tot, in Gruppe V die höchste mit 32% tot.

Zum Vergleich ist in Abb. 15b von denselben 441 Eiern und 55 Hennen die über Aktivstufengesetz ermittelte Verteilung von Totanlagen über die Auslesegruppen 1a—8 gegeben. Hier ist in der Gruppe 1a—2 die geringste Anzahl der Totanlagen, die höchste in Gruppe 7—8 gegeben.

Es wäre nun aus der Ähnlichkeit der Totkurve die Annahme naheliegend, daß es sich um die gleichen meßbaren Anlagen handelt, die nur über verschiedene physikalische Meßverfahren erfaßt wurden. Daß dem jedoch nicht so ist, geht aus der Gegenüberstellung der Häufigkeitsverteilung der Eier auf die einzelnen Gruppen eindeutig hervor. So ist in Abb. 15 a in der besten Gruppe I des Energiegesetzes die höchste Häufigkeit der Eier über Hennen-


%
50
40
30
20
10
0
a.
♂
♀
+
441 E.
H.V.
Gruppe I II III IV V
— ⌀ ++


%
60
50
40
30
20
10
0
b.
♀
♂
+
441 E.
H.V.
Gruppe 1a-b 1c-2 3-4 5-6 7-8

mittelwert von den 5 Gruppen mit 32 %[11], umgekehrt beim Aktivstufengesetz b, in der besten Gruppe 1a—b die geringste Häufigkeit innerhalb der 5 Auslesegruppen mit 3 % gegeben, ebenso umgekehrt die Häufigkeitsverteilung für beide Gesetze in den schlechteren Gruppen IV und V und 5—8.

Daß es sich hier um zwei verschiedene, einer Messung zugängliche lebend-tot-Funktionen handelt, geht aber auch aus der proz. Verteilung der weiblichen und männlichen Anlagenträger hervor.

In Tabelle 3 und Abb. 16 sind in a 1471 Eier von 209 Hennen verschiedener Rassen neben b 1375 Eier von 143 Hennen mit höherer, im wesentlichen umweltbedingter Todesziffer nebeneinander gestellt.

Tabelle 3

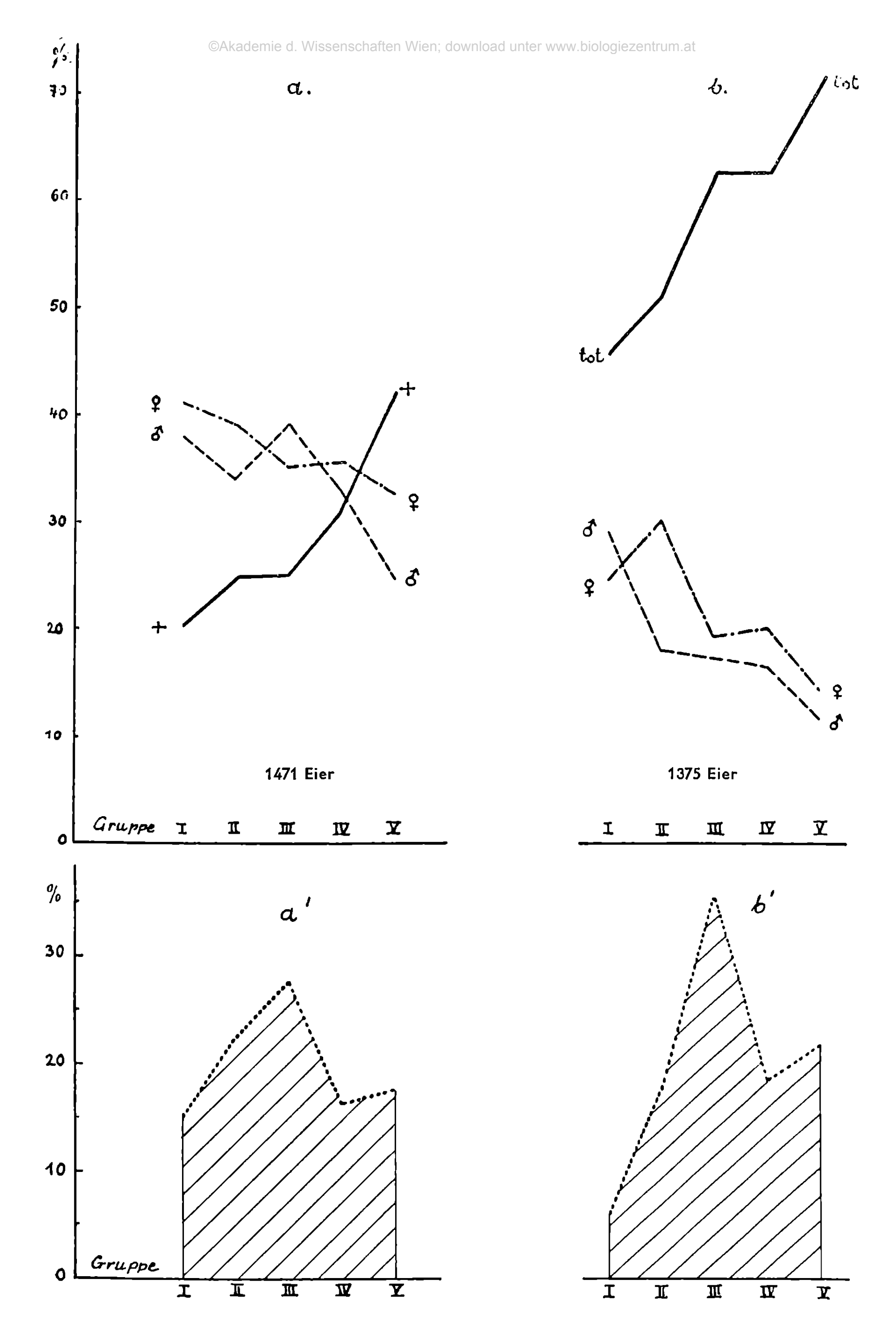
Symmetrie Abweichung über Hennenmittel in mm	a) 1471 Eier, 209 Hennen					Gruppe	b) 1375 Eier, 143 Hennen				
	weibl.	männl.	tot	Σ	tot %		weibl.	männl.	tot	Σ	tot %
I 0,0 —0,55	92	85	45	222	20,2	I	21	25	39	85	45,8
II 0,55—0,75	131	115	90	336	24,8	II	74	45	126	245	51,4
III 0,75—1,0	144	162	103	409	25,2	III	96	87	310	493	62,8
IV 1,0 —1,2	87	80	75	242	31,0	IV	51	42	157	250	62,7
V 1,2 u. mehr	86	65	111	262	42,3	V	43	35	224	302	74,2
Σ	540	507	424	1471		Σ	285	234	856	1375	
in %	36,7	34,5	28,8			in %	20,7	17,0	62,2		

Während beim Aktivstufengesetz, wie oben gezeigt, deutliche signifikante Unterschiede in der männlich-weiblich-Verteilung in den einzelnen Gruppen vorliegen, ist bei der reinen Energiefunktion die Häufigkeit der weiblichen und männlichen Anlagenträger bei

[11] Die große Häufigkeit von Eiern in den wertvollen Auslesegruppen des Energiegesetzes stellt eine Ausnahme dar. Andere Herden auch desselben Züchters wiesen wesentlich schlechtere Verteilungen auf.

Erklärung zu nebenstehender Abbildung

Abb. 15. Vergleich des Auslesewertes über Energiegesetz (a) und Aktivstufengesetz (b) bei einer Herde an 441 Eiern, über Einstufung Hennenmittelwert, hinsichtlich der Verteilung der weiblichen (.—.—), männlichen (— — — — —) und Totanlagen (————), sowie der Häufigkeitsverteilung der Eier (. . . .) über die einzelnen Gruppen.



%
a.
b.
tot
tot
+
+
♀
♂
♀
♂
♂
♀
♀
♂
1471 Eier
1375 Eier
Gruppe
I
II
III
IV
V
0
10
20
30
40
50
60
70
%
a'
b'
Gruppe

steigender Anzahl der Todesziffer nahezu gleichmäßig abfallend. Über den Heterogenitätstest ist die Verteilung der Anlagen weiblich-männlich-tot von 1471 Eiern auf 5 Gruppen mit $\chi^2 = 39{,}51$ und 8 Freiheitsgr. und $P = \ll 0{,}1\,\%$ signifikant.

Für lebend-tot über 5 Gruppen die Verteilung mit χ^2 35,271 und 4 Fg. und $P = \ll 0{,}1\,\%$ ebenso signifikant. Die Verteilung der 1375 Eier auf 5 Gruppen mit weiblich-männlich-tot mit χ^2 46,392 und 8 Fg. und $P = \ll 0{,}1\,\%$ ebenso gesichert und über 5 Gruppen lebend-tot mit χ^2 40,42 und 4 Fg. und $P = \ll 0{,}1\,\%$ wieder gesichert. Dagegen ist keine Beziehung, noch Sicherheit im Verhältnis weiblich zu männlich in ihrer Verteilung über 5 Gruppen vorhanden.

Es dürfte so erwiesen sein, daß es sich hier um zwei verschiedene Totfunktionen handelt, wobei die eine Totfunktion über Aktivstufengesetz in Abhängigkeit oder in Korrelation zum weiblichen Geschlecht, die andere Totfunktion über Energiegesetz jedoch keine zum weiblichen, noch zum männlichen Geschlecht aufweist. Beruht so, wie schon oben erwähnt, die Erscheinung des Aktivstufengesetzes mit großer Wahrscheinlichkeit auf Wechselbeziehungen zwischen Geschlechtschromosomen und Autosomen, so ist jene Erscheinung des Energiegesetzes allein in autosomalen Unterschieden zu suchen.

Die Eigenart der Symmetriefunktion wird vor allem dann deutlich, wenn man sich den Grad der meßbaren Abweichung, der über 4 Meßpunkte, d. h. 2 Haltepunkte und z. B. einem Plus-Minus-Wert in der Abweichung der halben Breite von der fixierten Längsachse des Eies vor Augen führt. Da nun sowohl in beiden Haltepunkten durch kleinste Veränderungen der Formgebung, vor allem aber auch durch kleine und kleinste Kalkauflagen, Verschiebungen in der Achse eintreten können, so ist praktisch die in der Summe gemessene Abweichung auf 2 Halte- und 2 Meßpunkte zu verteilen. Wenn man weiter die Gesamtsumme der einer Beurteilung zustehenden Variation des Mittelwertes eines Hennengeleges von der kleinsten gemessenen Symmetrieabweichung von 0,3 mm im Mittel des besten Geleges bis zur größten praktisch oder normal bei Gelegen vorkommenden Abweichung von 1,65 mm ver-

---

Erklärung zu nebenstehender Abbildung.

Abb. 16. Energiegesetz.

Einstufung der Eier über Hennenmittelwert in fünf Gruppen. Über die graduellen Symmetrieabweichungen vom Sphäroid und die in den Einzelgruppen vorhandenen Verteilungen von weiblich (.—.—), männlich (— — — — —) und Totanlagen (—————). In a, a' Herden mit geringerer mittlerer Todesziffer in b, b' Herden mit höherer mittlerer Todesziffer. Ihre Häufigkeitsverteilung (. . . .).

gleicht, so ist die mittlere auftretende Differenz 1,35 mm. Diese in 5 Wertungsgruppen unterteilt, ergibt pro Gruppe ± 0,27 mm Abweichung.

Da diese Abweichung gemessen wird über die Fixierung des Eies in der Längsachse = 2 Haltepunkte und die größte wie kleinste Abweichung der halben Breite von der Längsachse = 2 Punkte, so kann man die meßbare Gesamtabweichung pro Gruppe von 0,27 mm : 4 (Halte- und Meßpunkte) mit einer Einzelabweichung pro Punkt von 0,065 mm ansetzen.

Dies besagt, daß schon geringste Abweichungen von der idealen Symmetrie des Eies als Sphäroid als Stigma für erhöhte anlagenmäßig gegebene Disposition zu tot gewertet werden können.

Es besagt ferner auch, daß zur Bildung eines solchen idealen Sphäroids oder Rotationskörpers, ganz beträchtliche Energien vorhanden sein müssen, diese Energien in ihrer Wirkung aber, zumindest vom Eiinneren auf die über das Eiweiß lagernde Eihaut im Stadium der Bildung und Erstarrung der Kalkschale, so groß sein müssen, daß jene von außen auf das Ei von Seiten des Legedarmes ausgeübten Kräfte aufgehoben werden. Mit anderen Worten, der Eiinhalt, Dotter und Eiweiß, müssen in ihrem Zusammenwirken nicht nur die Grundlage für die Form des Eies, ob Ellipsoid oder Ovoid, sondern auch jene Dynamik aufbringen, die darüber hinaus den idealen Rotationskörper formt.

Die bisherige Meinung, daß für die Form = Bildung des Eies der Legedarm oder der Vorschub des Eies durch die Muskulatur des Legedarmes allein als Ursache (für die mehr ellipsoide oder mehr ovoide Form) des Eies herangezogen werden kann, ist nach den obigen Ergebnissen kaum aufrechtzuerhalten. Müßte man sonst doch jene Bruchteile von Millimeter ausmachenden Unterschiede in der Größe der Exzentrizität = E, welche Anzeiger für ganz bestimmte biologische Eigenschaften des Eies im Sinne der 6 weiblichen und 6 männlichen Stufen sind, dann so deuten, daß jene im Legedarm vorhandenen Vorschubkräfte der Darmmuskulatur zumindest 12 verschiedene Wirkungsgrade aufweisen. Dies scheint jedoch so unwahrscheinlich, daß der Schluß naheliegt, daß diese Stufenunterschiede einerseits, die Unterschiede in der Rotationssymmetrie andererseits, auf 2 verschiedene im Eiinneren vorhandene, dynamische Wirkungsprinzipien oder Energiefunktionen zurückführbar sein müssen.

Dies ist um so mehr anzunehmen als die Verschiebung der größten Breite von dem Mittelpunkt des Eies oder dem Halbierungs-

punkt der Längsachse des Eies nach dem stumpfen Pol hin auf Ursachen oder Kräfte zurückzuführen ist, die der Beibehaltung einer Kugelform oder eines Ellipsoides entgegengesetzt wirken, wogegen dem Energiegesetz mit der Tendenz zur Formung eines idealen Rotationskörpers, Kräfte zuzuordnen sind, die eher ein reines Ellipsoid oder eine Kugelform anstreben.

Ohne auf diese dynamischen Wirkungsprinzipien hier näher eingehen zu wollen, glaube ich jedoch, daß für diese zweite Gesetzmäßigkeit die ohne Zweifel auf ganz bestimmte Energiefunktionen des Eiinneren im Zusammenspiel mit seiner Umwelt beruht, die Bezeichnung „Energiegesetz" gerechtfertigt ist.

Die Ursache für die Abweichungen von der idealen Symmetrie des Eies als Sphäroid könnte man z. B. in einem nicht harmonischen Entwicklungsgeschehen sehen, das einerseits in einem Nichtzusammenpassen des in Entwicklung stehenden Erbgefüges selbst begründet ist, andererseits aber auch in einem nicht harmonischen Zusammenspiel zwischen der sich entwickelnden Zelle und dem Legedarm des Muttertieres beruhen kann, welches ja über den Legedarm für die notwendigen Aufbaustoffe verantwortlich ist.

Zuletzt müssen wir aber auch der Gesamtumwelt des mütterlichen tierischen Körpers einen Raum für störende Einflüsse reservieren, zumal z. B. zumindest theoretisch starke Schwankungen des Luftdruckes nicht ohne Einfluß auf jene Kräfte sein können, die die Zellform von innen heraus formen.

Wenn mir so von verschiedener Seite mehrfach erklärt wurde, daß mein Versuch der biophysikalischen Analyse des Vogeleies an der Unregelmäßigkeit der Schalenbildung scheitern wird, da deren Formgebung eine mehr oder minder zufällige ist, und nicht mit der Eizelle direkt und somit den Anlagegruppen des Eiinneren im Zusammenhang stehen dürfte und könnte, so zeigen meine Untersuchungen nun gerade das Gegenteil, da eine exakte Messung der Zelle nur durch die Fixierung der Zellform durch die Schale in einem ganz bestimmten Entwicklungszustand des Eies möglich wurde und wird. Dieser Einwand von verschiedenen Seiten schien an sich ja um so plausibler, als manchmal infolge Kalkmangels Eier gelegt werden, die nur eine sehr dünne, kaum erhärtete Kalkschicht besitzen, wobei diese Eier auch kurz nach dem Legevorgang völlig deformierte Formen aufweisen.

Bei den mehr als hunderttausend Eiern, die während meiner langjährigen Untersuchungen durch meine Hände gegangen sind, fand ich aber auch ganz bestimmte Bruchlinien in der Kalkschale,

die später wieder verheilt waren. Diese Bruchlinien, siehe Abb. 17, weisen in ihren lappenförmigen, meist nur einseitigen Bruch- oder Rißlinien darauf hin, daß in einem Stadium der Zellbildung bei schon erhärteter oder teilweise erhärteter Schale durch osmotische Vorgänge ein erhöhter Innendruck entstanden sein muß, der dann jene Bruch- oder Rißlinien an der schwächsten Stelle der Eioberfläche verursacht. Daß in diesen Fällen eine Erhöhung des Innendruckes einsetzt, ist aus der Art der Verheilung jener Bruchlinien zu erkennen, die nachher stets eine leichte Vorwölbung gegenüber der Gesamtkurve des Eies im Längsschnitt aufwiesen (Abb. 17).

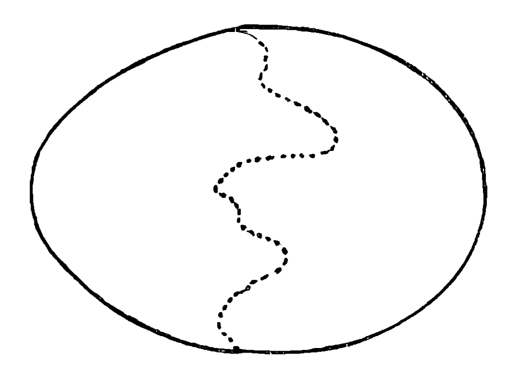


Abb. 17. Rißlinien der Eischale während der Entwicklung.

Gerade diese Bruchlinien sprechen aber dafür, daß osmotischen Vorgängen eine sehr wesentliche Bedeutung bei dem Zustandekommen des Innendruckes zukommt. Es muß also folgerichtig aus der Tatsache, daß ein Ei ohne feste Schale gelegt, keine spezifischen, irgendwie meßbaren Formmerkmale aufweist, umgekehrt ein Ei, dessen Kalkschalenbildung normalerweise erfolgt war, bis auf hundertstel Millimeter Symmetrie und Aktivstufen meßbar gestaltet, so bis zum Moment der Kalkschalenerhärtung, ein Formungsprinzip oder eine Dynamik im Eiinneren vorhanden sein, die diese Formmerkmale bis zum endgültigen Erstarren der Kalkschale beibehält.

Es dürften damit auch jene Einwände widerlegt sein, daß gerade die Kalkschale das störende Element für die biophysikalische Testung der Eizelle ist, sie ist genau umgekehrt, das wertvollste Element für die Testung biophysikalischer Zustände des Eies, da sie die Dynamik der Bestandteile des Eiinneren

in einem Stadium festhält, in dem diese noch eine ganz bestimmte formende Kraft besitzen.[12]

Aktivitätsindex

Aus der Tatsache, daß eine gesicherte lebend-tot-Beziehung über das „Aktivstufengesetz" einerseits, eine gesicherte lebend-tot-Beziehung über das „Energiegesetz" andererseits, gegeben ist, ergibt sich so auch die gesuchte Möglichkeit, beide Gesetze miteinander in Kombination zu setzen, um mit höherer Sicherheit wertvolle Anlagenträger von weniger wertvollen zu trennen.

Trägt man in einem Koordinatenblatt, in der Ordinate von oben nach unten fallend die 10 Gruppen des Aktivstufengesetzes 1a—8 und in der Abszisse von links oben nach rechts oben steigend, die Symmetrieabweichung der Eizelle (Energiegesetz) von 0—1,65 mm ein, so müssen zwangsläufig jene Eier bzw. Hennenmittelwerte, die in das linke obere Feld fallen, solche mit besten Anlagen aus beiden Gesetzen, die geringste Wahrscheinlichkeit für Totanlagen, also lebenskräftigste Tiere bzw. Eier, umgekehrt jene, die rechts unten zuzuordnen sind, mit den schlechtesten Anlagen aus beiden Gesetzen, die höchste Wahrscheinlichkeit für Totanlagen aufweisen und die lebensschwächsten Tiere bzw. Eier, sein.

Wie weitgehend durch diese Koppelung der Auslesemethoden eine Verbesserung des Auslesewertes zustande kommt, mag an dem Beispiel Abb. 18 von 3 zu gleicher Zeit getesteten Stämmen verschiedener Rassen mit insgesamt 51 Hennen und 481 Eiern hervorgehen. Zu Vergleichszwecken wurde das Material für jede der drei verschiedenen Auslesemethoden (Aktivstufen, Energiefunktion, Aktivitätsindex) in zwei gleich große Gruppen geteilt, derart, daß die Gruppe gut zu schlecht annähernd im gleichen Verhältnis 50:50 steht. So ergab sich eine Trennungsmöglichkeit über Einstufung Hennenmittelwert im Aktivstufengesetz von 47% der Eier in der guten Gruppe, gegen 53% in der schlechten, im Energiegesetz von 49% der Eier gegen 51% und im Aktivitätsindex von 47,2% der Eier in der guten Auslesegruppe gegen 52,8% in der schlechten.

[12] Neben solchen Lappenbrüchen finden sich eine ganze Anzahl verschiedenartiger Deformationen der Eioberfläche, wie Buckel, Spiralen, Ringe mit stärkerer Schale, Ringbrüche und Netzbrüche über den Äquator des Eies, umgekehrt aber auch Ausdrucksformen für einen zum Zeitpunkt der Erhärtung der Schale verringerten Innendruck wie Längs- und Querfalten usw., Anomalien, die durch ihr gehäuftes Auftreten in Familien und einzelnen Hennengelegen auf anlagebedingte Gesetzmäßigkeiten hinweisen, die im zweiten Teil der Arbeit behandelt werden sollen.

Hier zeigt sich, daß über das Aktivstufengesetz in der Erwartung für tot in der guten Gruppe, gegenüber tot in der schlechten Gruppe eine Differenz von 9,5%, über das Energiegesetz zwischen guter und schlechter Gruppe eine Differenz in der Toterwartung von 17,4% und in der Kombination beider Gesetze miteinander, im Aktivitätsindex eine Differenz zwischen guter und schlechter Gruppe von 23,0% in der Toterwartung vorhanden ist.

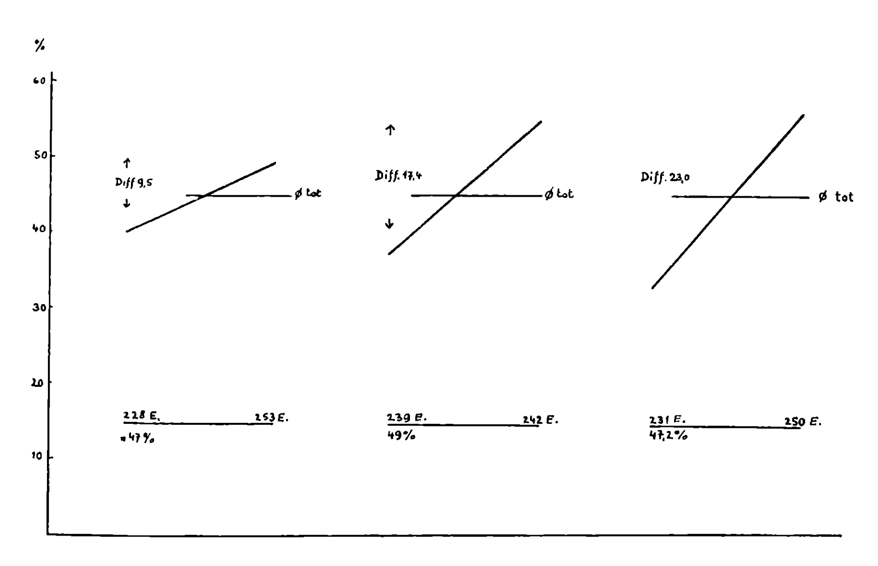


Abb. 18. Darstellung der Möglichkeit einer gesteigerten Auslese der Totanlagen (————) über Kombination des Aktivstufengesetzes (a) mit dem Energiegesetz (b) in dem Aktivitätsindex (c) an 481 Eiern über Hennenmittelwert in 5 bzw. 10 Gruppen eingestuft und in jeweils zwei annähernd gleichgroßen, einer guten und einer schlechten Auslesegruppe gegenübergestellt.

Als Beispiel wie weitgehend die Verbesserung und Trennung lebenskräftiger von lebensschwachen Anlageträgern über die Kombination beider Gesetze im Aktivitätsindex ist, sei noch an jener Herde mit 441 Eiern von 55 Hennen im einzelnen wiedergegeben. vergl. Abb. 15.

So wurden in Abb. 19 die Totanlagen in Prozenten vom Aktivstufen- und Energiegesetz mit denen des Aktivitätsindex in 5 Auslesegruppen übereinander dargestellt — daneben in entsprechender Art die Häufigkeitsverteilung der Eier auf die 5 Gruppen. Die Vergleichsmöglichkeit ist insofern ja gegeben, da in allen

Auslesemethoden 10 bzw. 5 Auslesegruppen verwandt wurden. Während z. B. in den ersten 2 Gruppen über Auslese Aktivstufengesetz 60% der Eier 20% Totanlagen, über Energiegesetz 14% der Eier 9,4% Totanlagen besitzen, ist über Aktivitätsindex eine Steigerung auf 21% der Eier mit 9,8% Totanlagen zu sehen, umge-

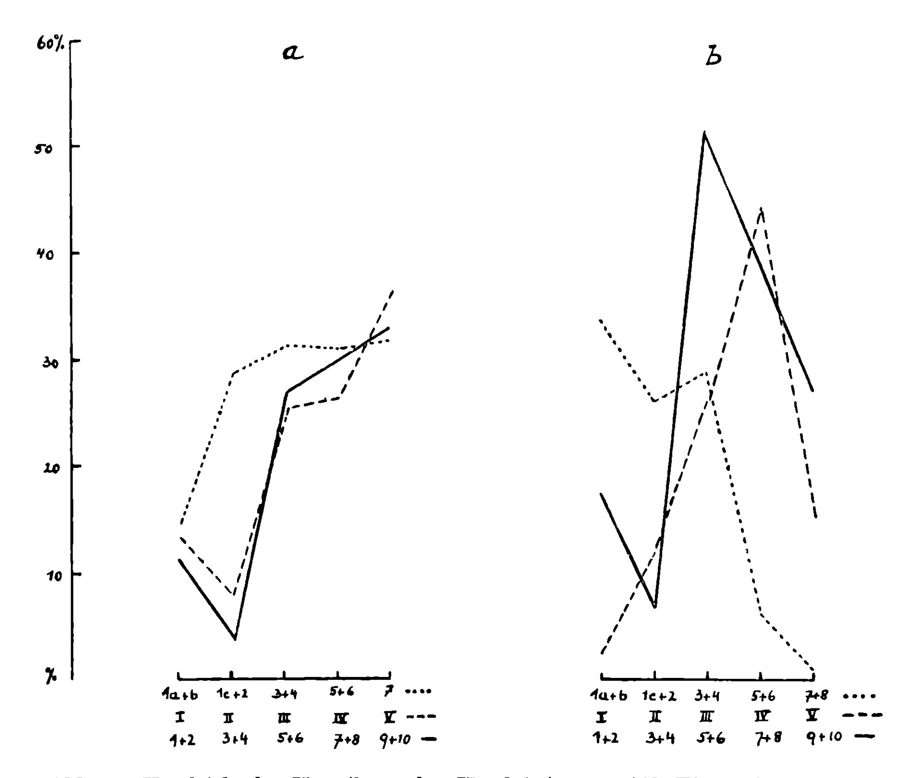


Abb. 19. Vergleich der Verteilung der Häufigkeit von 441 Eiern einer Herde über 5 Gruppen über Aktivstufengesetz (....), über Energiegesetz (— — — — —) und deren Kombination im Aktivitätsindex (————). a Verteilung nur der Totanlagen auf die 5 Gruppen, b Verteilung der Häufigkeit von weiblich, männlich und tot zusammengefaßt über 5 Gruppen.

kehrt sind in der schlechtesten Gruppe 9—10 über Aktivstufengesetz 2,5% der Eier mit 31% Totanlagen, über Energiegesetz 14,5% der Eier mit 36,5% Totanlagen und über Kombination beider im Aktivitätsindex wieder eine Steigerung auf 27,3% der Eier mit 33% Totanlagen vorhanden.

Wie schon eingangs erwähnt, ist bei diesem offiziellen Testmaterial jedoch die mittlere Wahrscheinlichkeit für tot eine verschiedene gewesen, wobei einmal die Güte der Herden rein erbmäßig, zum zweiten die jahreszeitlichen Unterschiede und zuletzt auch Umwelteinflüsse, wie zu lange Lagerung, eine Rolle spielten.

Aus diesem Grunde wurde zur besseren Darstellung der Auslesemöglichkeit von wertvollen, lebenskräftigen Anlageträgern, ebenso von schlechten, eine Einstufung der Herden nach ihren mittleren Totprozenten Abb. 20 vorgenommen, zugleich die Jahreszeit, in welcher die Testung erfolgte, vermerkt.

Ferner wurde in allen Einzeldarstellungen die Auslesegruppe 1—4 über Aktivitätsindex den Gruppen 5—10 gegenübergestellt, mit Ausnahme der Gruppe von 1525 Eiern, in welcher die Gruppe 5—6 mit 34,4% tot jedoch direkt in dem Verlauf der Totlinie der Gruppen 1—4 zu 7—10 mit zu liegen kommt.

In allen Fällen ist so eine fast gleich große Differenz in der Erwartung zu tot zwischen guten und schlechten Auslesegruppen vorhanden. Im Mittel des Materials von 3017 Eiern von 457 Hennen sowie einem von mir früher getesteten Material (punktierte Linien) von 3849 Eiern von 549 Hennen, also insgesamt 6866 Eiern von 1006 Hennen ergibt sich eine Differenz in der Toterwartung zwischen guten (1—4) und schlechten Gruppen von 22,2%.

Das Auffallende dieser Darstellung ist die annähernd gleiche Differenz in der Toterwartung bei verschieden hohen mittleren Totprozenten. So ist z. B. bei 303 Eiern mit einem mittleren Totprozentsatz von 74% die Differenz zwischen 1—4 und 5—10 genau oder annähernd genau die gleiche wie bei 441 Eiern oder 1005 Eiern mit einem mittleren Totprozentsatz von 23,7 bzw. 24,6%.

Die zwei obersten Gruppen sind jedoch im August durch eine Hitzeperiode geschädigt worden, die drittoberste im Juli getestet worden. Es scheint daher, da auch hier die Differenzen zwischen guten und schlechten Auslesegruppen gleich groß sind, daß hier noch andere Faktoren (wie Schalendicke, Porenweite und Anzahl usw.), die nicht diese Gruppenauslese stören, jedoch gleichmäßig auf alle Gruppen verteilt sind, durch Umwelteinflüsse angesprochen werden können.

Zweifellos liegen jedoch bei den einzelnen Herden auch sehr wesentliche anlagenmäßig bedingte Unterschiede vor, die in der verschiedenen Häufigkeitsverteilung der Hennen und damit des Eimaterials auf die einzelnen Gruppen zur Geltung kommen und damit auch in der verschiedenen Höhe der mittleren Totprozente der einzelnen Stämme und Herden zum Ausdruck kommen.

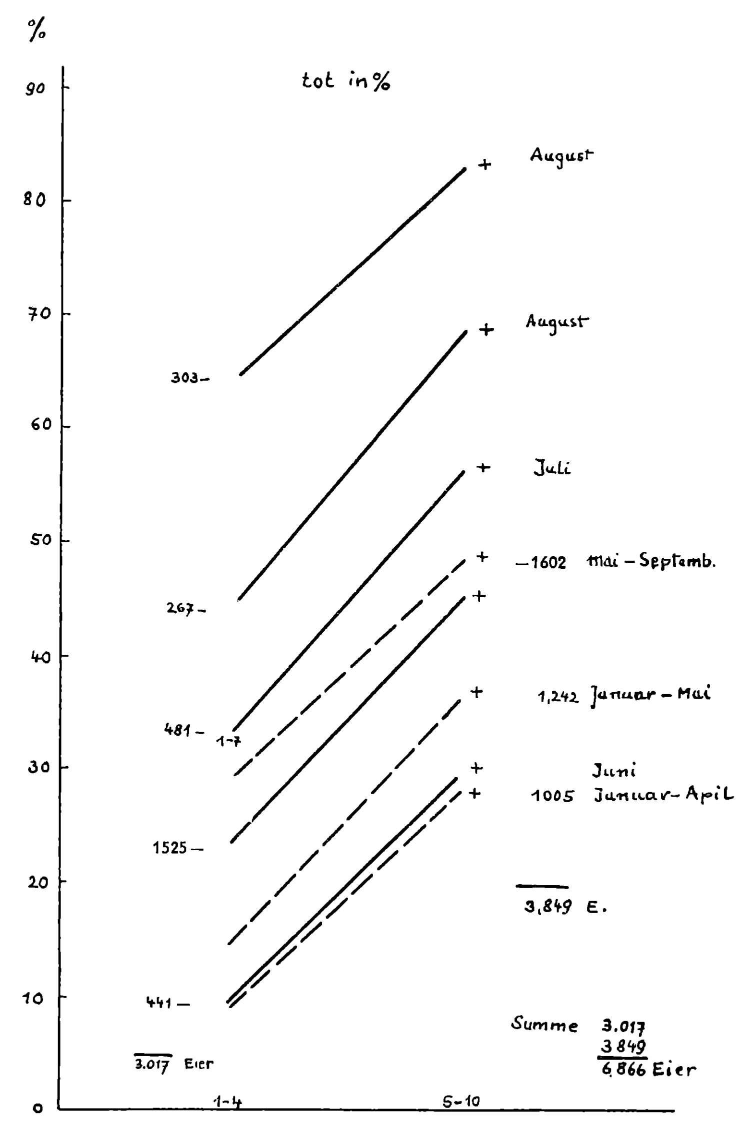


Abb. 20. Darstellung der Auslesemöglichkeit der Totanlagen über Aktivitätsindex in 8 verschiedenen Zusammenfassungen von über Hennenmittelwert eingestuften 6.866 Eiern von verschiedenen Stämmen und Herden an Italienern, Leghorn, Sussex, Australorps, Rhodeländer und Hampshire Material über 2 (einmal drei) Auslesegruppen. Offizielle Teste (————), altes Material (— — — —).

Die Verteilung der lebend-tot-Erwartung über die Gruppen 1—5 bzw. 1—10 im Aktivitätsindex, die durch die Kombination des Aktivstufengesetzes mit dem Energiegesetz zustande kommt, ist bei 3017 Eiern über χ^2 mit 19 Fg. und $P = \ll 0{,}1\%$ ebenso signifikant, also wieder mit mehr als 99,9% gesichert, ebenso auch bei meinem alten Material von 3849 Eiern.

Die praktische Auswirkung dieser Gesetzmäßigkeiten ergibt sich aus folgenden Überlegungen: Im Auswertungsverfahren des Aktivstufengesetzes zeigen sich 6 männliche und 6 weibliche Stufen, die mit 3—5 Faktoren kombiniert sind, die im Längen-Breiten-Index ihren wesentlichen Ausdruck finden, hinzu kommt die Länge der ineinandergreifenden Finger, der männlichen und weiblichen Stufen, die ihre Ursache in mehreren Faktoren im Dotter-Eiweiß-Verhältnis haben dürften. Es ergeben sich solcherart zumindest $12 \times 3—5 \times 3—5$ Phänotypen, die im Koordinatenbild des Aktivstufengesetzes wirksam sind. Vorsichtig gerechnet sind es 1450 Phänotypen, die in diesem Feld verteilt liegen.

Da eine gute Henne keine größere Variation im Gelege als etwa 2,5—3 cm aufweist und solcherart etwa 50 solcher Variationsgruppen die gesamte Variation bedecken, läßt sich ihr Gelege hinsichtlich dieser Gesamtvariation auf 2% der hier erfaßten Phänotypen einengen.

Dies besagt, daß Hennengelege mit gleicher Lage für 28,5 bis 29 von 1450 Phänotypen gleichanlagig wären, oder mit anderen Worten, daß sie auf 98% bei größeren Streuungen der Gelege auf weniger Prozente hinsichtlich der hier über das Aktivstufengesetz einer Messung zugänglichen Phänotypen und somit Anlagenkombinationen gleichanlagig wären!

Die Bedeutung dieses Verfahrens für den Biologen und Züchter ergibt sich daraus, daß eine solche Gleichanlagigkeit, wenn auch nur auf diese biologischen Faktoren beschränkt, nur durch eine auf viele, etwa 10 Jahre hindurch geübte Inzestzucht theoretisch zu erreichen wäre. Dies jedoch auch nur theoretisch, da sich praktisch Inzestzuchten beim Huhn auf eine solche Anzahl von Generationen bisher nicht ohne Schäden durchführen ließen. Der hier gegebene Weg gibt also für den Biologen wie Züchter neue Möglichkeiten. Daß eine solche Auslesemöglichkeit praktisch gegeben oder überhaupt praktisch möglich ist, ergibt sich aus den Unterschieden in der Mittelwertslage verschiedener Herden, Stämme und Familien.

Zu dieser Auslesemöglichkeit kommt noch jene über das Energiegesetz, für die jedoch keine Schätzung hinsichtlich der daran

beteiligten Faktoren vorerst möglich ist. Zuchtversuche sind auch hier mit sehr gutem Erfolg im Gange.

Tatsache ist, daß auch hier sehr wesentliche Unterschiede zwischen einzelnen Herden bestehen können. Für den Züchter ergibt sich aus der Kombination beider Gesetzmäßigkeiten im Endergebnis nunmehr die Möglichkeit, die Lebenskraft seiner Herde jedoch wesentlich zu heben.

Wenn im Mittel aller Herden der Welt aus den verschiedenen Statistiken, die vorhanden sind, eine Toterwartung von 30% angegeben wird, praktisch dürfte sie jedoch um etwa 5% höher liegen, so ist hier ein relativ müheloser Weg gegeben, diese Toterwartung über Auslese schnell und wesentlich, ja unter 10%, zumindest in der besseren Jahreszeit, wie im Frühjahr, zu senken und die Anzahl der weiblichen Anlagen zu erhöhen!

Eizahl

Ferner aber ergab sich, daß jener Auslese von wertvollen Anlagenträgern im Sinne der lebend-tot-Erwartung über den Aktivitätsindex auch im Durchschnitt eine erhöhte Leistungsfähigkeit zuzuordnen ist, derart, daß jene im Aktivitätsindex in der guten Gruppe z. B. 1—4 liegenden Tiere eine im Mittel um 10% höhere Legeleistung aufweisen als jene mit der erhöhten Disposition zu tot. Diese Erscheinung sehe ich jedoch lediglich darin begründet, daß jene in der guten Gruppe liegenden Tiere sowohl über den Aktivstufentest als auch über die Energiefunktion Tiere sind, die im Rahmen der Gesamtvariation auf Grund ganz bestimmter Anlagengruppierung, unabhängig von verschiedenen Legeleistungsfaktoren, nur auf Grund einer hohen Aktivitätsstufe und einer größeren Harmonie des Zellgefüges, eine höhere Leistungsdisposition besitzen.

Die physikalische Testmöglichkeit der sogenannten unbefruchteten Eier, absterbenden und steckenbleibenden

Die Tatsache, daß der Sammelbegriff „tot", die sogenannten unbefruchteten, absterbenden und steckenbleibenden Anlagenträger umfaßt, wobei numerisch und prozentual das Verhältnis von unbefruchteten und absterbenden in den Totgruppen sich annähernd gleich verhält, allein die Anzahl der Steckenbleibenden durch Umwelteinflüsse, insbesondere des Brutapparates, sich nicht immer im gleichen Verhältnis wie unbefruchtet und absterbend

auf die Auslesegruppen verteilt, spricht eindeutig dafür, daß das sogenannte „unbefruchtete" Ei bei einer Henne, die mit einem Hahn in einer Herde oder im Stamm in Paarung steht (Krankheit ausgeschlossen), nicht unbefruchtet ist, sondern sehr wohl befruchtet, daß jedoch jene Kraft oder jene Spannungszustände, die zu einem Angehen des Lebensvorganges führen, so schwach sind, daß sie schon im ersten Stadium zu einem Versagen führen. Ähnlich bei den absterbenden Embryonen im Ei und bei dem steckenbleibenden Embryo im Ei, nur mit dem Unterschied, daß der Grad der Lebensschwäche, der zum Tod führt, erst zu einem späteren Zeitpunkt einsetzt.

Diese an sich unwahrscheinliche Beobachtung und Erklärung wird um so eigenartiger, wenn man sich vor Augen hält, daß diese minuziösen Spannungszustände in der Eizelle einer physikalischen Testung zugänglich sind.

Der Einwand, der zwangsläufig gemacht werden müßte, daß Eier mit jener Anlage zu unbefruchtet, absterbend und steckenbleibend eben grundsätzlich schon andere physikalisch meßbare Merkmale aufweisen und solcherart einer Auslese im Koordinatensystem zugänglich werden, kann wie folgt widerlegt werden.

Nimmt man von z. B. 100 Hennen jeweils 10—20 Eier, mißt diese und führt sie in Unkenntnis des Prüfers dem Brutvorgang zu und teilt dem Prüfer nur die Meßwerte der geschlüpften, das heißt lebenden Tiere einer Henne mit, so kann dieser nur aus den Meßwerten der lebenden Tiere und deren Mittelwertslagen, für jede Henne, die ihr zustehende Wahrscheinlichkeit für lebend- und tot-Anlagen mit der oben gezeigten Wahrscheinlichkeit feststellen. Es ist also mit anderen Worten jedem Ei und jeder Henne ein physikalisch meßbarer „Zustand" zuzuordnen, der zwar nicht für jedes Ei bindend voraussagen kann, daß sich der Lebensvorgang durchsetzen wird oder nicht, wohl aber, daß mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit ein bestimmter Prozentsatz von diesen gleiche physikalische Meßwerte aufweisenden Eiern den Entwicklungsweg erfolgreich oder nicht erfolgreich beenden wird.

Die Tatsache, daß diese Anlage auch der Henne selbst zuzuordnen ist, macht diese Erkenntnis nur bedeutsamer. Sie besagt, daß man Hennen mit lebenskräftigeren und lebensschwächeren Anlagen bindend erfassen kann.

Die oben gegebene Sammelbezeichnung „tot" für absterbende Embryonen und steckenbleibende Embryonen, die in meinen Arbeiten nur aus den physikalischen Testergebnissen begründet wurden, fand eine wertvolle Bestätigung durch die Arbeiten von

KRIZENECKY, SAJNER und MUSIL[13], die mikroskopisch nachweisen konnten, daß die sogenannten als unbefruchtet ausgeschiedenen Eier im Brutvorgang eindeutig beginnende Teilungsvorgänge in der Keimscheibe hatten, die dann stehen blieben. Eine schöne Bestätigung für über den Aktivstufentest sowie Symmetrie und Energiefunktionen erhaltene Ergebnisse und somit auch der Berechtigung hier von „lebensschwachen" und „lebensstarken" Anlageträgern zu sprechen[14].

Zusammenfassung

I. Das Ei kann über physikalische Messungen mit einer je nach Verfahrensweg verschieden hohen Wahrscheinlichkeit auf die ihm eigenen biologischen Eigenschaften, wie lebenskräftig — lebensschwach oder tot, ob weiblich oder männlich getestet werden, die erst später, während oder nach dem abgeschlossenen Brutvorgang (Bebrütung) offenkundig werden.

II. Aus den an mehreren (7—20) Eiern einer Henne gefundenen Meßwerten und dem gemittelten Meßwert dieser Eier (Hennenmittelwert) kann direkt die biologische Anlage der Henne selbst erfaßt werden und damit zugleich die ihrem Gelege zukommende und in ihm zu erwartende Wahrscheinlichkeit in der Verteilung von mehr lebenskräftigen oder lebensschwachen und toten, mehr weiblichen oder männlichen Anlagen bestimmt und vorhergesagt werden.

III. Das „Aktivstufengesetz" als Ausdruck für eine physikalisch meßbare, gesetzmäßige Verteilung von Eiern mit verschiedenen Anlagewerten, die durch in Bezugsetzung deren Meßwerte E und z. B. B/L im Koordinatenfeld zustande kommt, führt zu folgenden gesicherten Ergebnissen:

1. Der Nachweis, daß weibliche und männliche Geschlechtschromosomen-Kombinationen beim Huhn im allgemeinen in 6 weiblichen und 6 männlichen Stufen vorhanden sind, die sich im Koordinatenfeld abwechselnd, in übereinandergeschichteten Stufen, erfassen lassen.

[13] Referat von W. RAUCH in der Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung, Band 104, S. 50/51, die Mitteilung verdanke ich Prof. Dr. Mehner, Direktor der Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht in Celle im November 1959.

[14] Da sich mikroskopisch einige verschiedene Typen im Absterbevorgang in der Keimscheibe finden, wäre eine Überprüfung dieser Typen nach den über Aktivstufengesetz und Energiegesetz vorhandenen verschiedenen Dispositionen zu tot, wertvoll.

2. Der Nachweis, daß über empirisch ermittelte Trennungslinien ganz bestimmte Meßwertgruppen von Eiern voneinander gesondert werden können, in welchen den entsprechenden Eiern ganz bestimmte biologische Anlagen zuzuordnen sind.

   So sind Meßwertgruppen von Eiern mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit zu mehr weiblichen als männlichen und weniger tot-Anlagen von solchen zu trennen, die umgekehrt eine Wahrscheinlichkeit zu mehr männlichen, mehr tot und weniger weiblichen Anlagen aufweisen.

3. Der Nachweis einer weitgehend gesicherten Korrelation zwischen weiblichen und tot-Anlagen, die darin zum Ausdruck kommt, daß die steigende Anzahl der tot-Anlagen weitgehend parallel mit der fallenden Anzahl an weiblich-Erwartung in den einzelnen Auslesegruppen, ebenso wie umgekehrt, die steigende Anzahl an weiblich-Erwartung mit einer fallenden in der tot-Erwartung zusammenfällt. Dies läßt die Annahme zu, daß die Zunahme in der tot-Erwartung in den Auslesegruppen weitgehend durch das Absterben der weiblichen Anlageträger zustande kommt.

   Die Ursache für das verschiedene Verhalten bzw. anfälligere Verhalten der weiblichen und männlichen Anlagenträger könnte in der paaren und unpaaren Geschlechtschromosomen-Kombination zu suchen sein.

4. Der Nachweis, daß das sogenannte „unbefruchtete" Ei einer gesunden Henne, die mit einem Hahn in Paarung steht, sich vom absterbenden Embryo im Ei, weniger dem steckenbleibenden Embryo beim Schlupfvorgang (bei welchem Umwelteinflüsse eine stärkere Rolle spielen können), nur durch graduelle, zeitlich wirksame Unterschiede in der anlagemäßig vorhandenen Lebensschwäche unterscheidet.

IV Das „Energiegesetz" als Ausdruck für die Wirksamkeit und die Bedeutung jener Kräfte im Eiinneren, die zur Ausformung und Fixierung eines idealen Rotationssphäroids durch die Schale führen können, bringt den Nachweis, daß graduelle Unterschiede in der Abweichung des Eies von der idealen Symmetrie, direkte Schlüsse auf die Lebenskraft oder Schwäche des Eies vor allem über das Hennengelege auf die Anlage der Henne zulassen.

V. Die Wahrscheinlichkeit für lebend und tot ist somit sowohl über das „Aktivstufengesetz" als auch über das „Energiegesetz" zu erfassen. Sie sind hinsichtlich ihrer Funktion und Wirkung auf die Form der Zelle als zwei verschiedene Gesetzmäßigkeiten anzusprechen, die auf zwei verschiedene biophysikalisch wirkende Kräfte zurückführbar sein müssen. Dies geht nicht nur aus der

Verschiedenartigkeit der Meßwerte, sondern auch daraus hervor, daß durch das Aktivstufengesetz das männlich-weiblich-Verhältnis berührt wird, wogegen dies im Energiegesetz nicht der Fall ist.

VI. Das Energiegesetz und das Aktivstufengesetz gibt aber auch die Möglichkeit zur Beantwortung der Frage, wieso jene Bruchteile von physikalisch meßbaren Eigenschaften mit sehr bedeutsamen biologischen Eigenschaften in Verbindung gebracht werden können. Die Antwort kann nur die sein, daß jedenfalls bis zu dem Augenblick, in welchem die Eischale sich erhärtet, sehr wesentliche, dynamische und biophysikalische Kräfte am Werk sein müssen, die jene entscheidenden, verschiedenartigen Formgebungen verursachen.

VII. Der Aktivitätsindex als Kombination beider Gesetzmäßigkeiten führt zu einer erhöhten Auslesemöglichkeit der lebenskräftigen von lebensschwachen Anlageträgern.

VIII. Über den Aktivitätsindex zeigt sich für die Henne in den besten Auslesegruppen auch eine im Mittel des jeweiligen Materials um 10 % höhere Legeleistung, die am ehesten als Funktion einer erhöhten anlagebedingten Energie des mütterlichen Organismus anzusprechen ist, die über ihr Gelege einer Testung unterworfen werden kann.

IX. Die Erscheinung des Aktivstufengesetzes dürfte auf Wechselbeziehungen zwischen Geschlechtschromosomen und Autosomen beruhen, während jene des Energiegesetzes allein in autosomalen Unterschieden begründet ist.